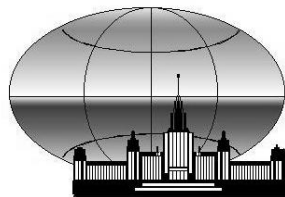


МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М.В. Ломоносова
ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ



**Гончарова О.Ю., Матышак Г.В.,
Елумеева Т.Г., Воронецкий В.И.**

**Практические задачи по экологии и
биогеографии для студентов факультета
почвоведения по специальности экология**

Методическое руководство

2012

Гончарова О.Ю., Матышак Г.В., Елумеева Т.Г., Воронежский В.И.
Учебная зональная практика по экологии и биогеографии. Методическое руководство / Под ред. Владыченского А.С., 2012. - 84 с.

Рецензент: профессор, д.б.н. **М.И. Макаров**

Данное методическое руководство отражает особенности и представляет материалы для прохождения практики по экологии и биогеографии студентами - экологами факультета почвоведения. Дано краткое описание экологических условий (растительности и почв) природных зон основных мест прохождения практики, впервые детально описана фауна. Изложены цели и задачи практики, предложен широкий спектр различных экологических задач, направленных на ознакомление студентов с особенностями географического распространения и размещения сообществ почв, растений и животных в зависимости от экологических факторов окружающей среды и на изучение взаимосвязей между компонентами биогеоценозов. Решение задач предполагает использование разнообразных полевых методик современных экологических исследований. Методическое руководство содержит подробные описания используемого оборудования и методики для работы с ним.

Содержание

Введение	4
Описание природных условий стоянок практики	6
I. Растительный покров	6
II. Почвы	18
III. Фауна позвоночных	21
Полевые практические задачи	31
I. Экология почв	31
Задача 1. Оценка экологического состояния почв	32
II. Экология лесных экосистем.	36
Задача 1. Оценка состояния лесных насаждений	36
Задача 2. Влияние леса на климатические параметры окружающей среды	41
Задача 3. Влияние крупных колоний птиц на состояние почвенного и растительного покровов	43
III. Экология травяных экосистем	45
Задача 1. Характеристика местообитания с использованием экологических шкал (фитоиндикация)	45
IV. Экология водных объектов	47
Задача 1. Оценка водных объектов по ряду эколого-информационных показателей	47
Задача 2. Общая характеристика растительности малого водоема	55
V. Экология антропогенно нарушенных экосистем	57
Задача 1. Оценка экологического состояния пахотных почв	57
Задача 2. Влияние промышленных объектов на экологическое состояние окружающей среды	59
Задача 3. Влияние животноводческих ферм на экологическое состояние окружающей среды (почва, растительность, вода)	61
Полевое оборудование	64
1. Оборудование для исследования температуры воздуха и почв	64
2. Оборудование для изучения кислотности и электропроводности почв и вод	68
3. Оборудование для измерения концентраций газов (CO ₂)	71
4. Оборудование для дендрохронологического анализа (возрастные буры)	75
Приложения	79
Список литературы	82

Введение

Практика для студентов - экологов факультета Почвоведения охватывает основные природные зоны средней полосы России и проходит в рамках учебной зональной практики и/или на учебных и учебно-производственных стационарах.

Учебная зональная практика представляет собой многодневную маршрутную экспедицию, ежегодно проводимую для студентов 2 курса факультетом Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова с 1945 года. Она проходит по территории Русской равнины и охватывает ее основные природные зоны: широколиственных лесов, лесостепи, степи и сухой степи. Практика студентов-экологов по экологии и биогеографии проводится с 2008 года совместно с практикой студентов-почвоведов. Студентам предоставляется уникальная возможность проследить основные закономерности географического распространения и размещения почв, сообществ растений и животных, а также изменение факторов географической среды, что является одной из важнейших задач биогеографии. На каждой стоянке практики студенты имеют возможность исследовать различные природные объекты, как естественные, так и антропогенно измененные, на примере которых изучают взаимоотношения живых организмов между собой и факторами окружающей среды и осваивают методики постановки и выполнения комплексных экологических задач.

Решение задач в рамках данной практики возможно на учебных стационарах, расположенных в различных природных зонах с соответствующим подбором объектов для выполнения предложенных задач. Один из возможных стационаров - УОПЭЦ «Чашниково», расположенный в подзоне хвойно-широколиственных лесов.

Цель практики

Изучение закономерностей географического распространения и размещения почв, сообществ растений и животных, выявление зависимостей распространения живых организмов от экологических факторов среды и взаимосвязей между компонентами биогеоценозов.

Задачи практики

1. Ознакомление с основными компонентами биогеоценозов хвойно-широколиственных, широколиственных лесов, лесостепи, степи и сухой степи: растительностью, почвами, животным миром.

2. Освоение методик изучения компонентов лесного и травяного биогеоценозов.
3. Освоение методик изучения компонентов водных экосистем.
4. Освоение методик экологического обследования природных и антропогенно нарушенных объектов.
5. Приобретение навыков работы с полевым оборудованием.

В руководстве подробно изложены методики постановки и выполнения комплексных экологических задач разного уровня для естественных и антропогенно измененных объектов. В отдельную главу выделено подробное описание полевого оборудования, применяемого для выполнения экологических задач и методики работы с ним.

После прохождения практики студент должен уметь провести комплексную характеристику изучаемого объекта (биогеоценоза): определить классификационное положение почв, провести геоботаническое (лесотаксационное) описание, дать характеристику экологического состояния объекта на основе изученных параметров.

Методика полевых и камеральных работ в бригаде

Выполнение специальных экологических задач предполагает освоение новых методик и приобретение навыков работы с новым полевым оборудованием. Для эффективного решения поставленных задач и плодотворного усвоения материала представляется оптимальным разделение учебных групп (бригад) экологов на минибригады (подгруппы по 3-4 человека). Каждая минибригада выполняет самостоятельную задачу (исследование отдельно взятого параметра) в рамках общей бригадной работы по всестороннему изучению какого-либо объекта или каких-либо условий. На камеральных занятиях данные, полученные минибригадами в поле, записываются в полевой дневник, заносятся в компьютер, обрабатываются и объединяются.

Форма отчетности

По окончании практик студенты-экологи сдают отчет по почвоведению и экологии. Отчет предлагается писать индивидуально или по минибригадам. Отчет должен включать характеристику почвенного покрова основных природных зон и результаты по тем экологическим задачам, которые выполнялись минибригадами. В рамках итогового зачета по практике проводится конференция с представлением минибригадами итогов выполнения экологических задач в виде презентаций. Рекомендуются представлять итоговый отчет не только в виде задач, отработанных каждой из минибригад на отдельных стоянках, но и в виде комплексных задач, дающих полную характеристику изучаемого объекта, либо объединяющих изучение изменения какого-либо параметра по всем стоянкам.

Описание природных условий стоянок практики

Общие положения по организации и проведению практик, описание маршрутов, характеристика мест практики, а также характеристика экологических условий (климат, рельеф, почвообразующие породы) природных зон Русской равнины детально описаны в пособиях факультета почвоведения (смотри список литературы). Данное методическое руководство содержит краткую характеристику растительности, почв и детальную характеристику фауны природных зон, знакомство с которыми осуществляется на стационаре «Чашниково», а также на традиционных стоянках зональной практики: Тульские засеки (Щекинский район Тульской области, окрестности города Крапивна), окрестности села Полибино (Данковский район Липецкой области), заказник «Хреновской бор» (Воронежская область), Качалино (Волгоградская область).

I. Растительный покров

1. Лесная зона. Подзона хвойно-широколиственных лесов (Чашниково)

1.1. Общая характеристика зоны

На севере подзона хвойно-широколиственных лесов граничит с подзоной южной тайги, а на юге – с зоной широколиственных лесов. Её зональная растительность представлена елово-широколиственными и широколиственно-еловыми лесами, в которых хвойные и широколиственные породы могут занимать равные позиции в первом ярусе леса. С севера на юг уменьшается участие хвойных пород и увеличивается роль широколиственных. Эти леса в настоящее время сильно преобразованы под влиянием хозяйственной деятельности человека: рубок, выжигания, распашки, выпаса. На месте сведенных лесов появляются производные мелколиственные леса – осинники и березняки, под пологом которых возобновляются темнохвойные и широколиственные породы, однако их участие становится заметным через 15-40 лет после начала сукцессии.

В елово-широколиственных лесах хорошо выражена ярусность: выделяются древесный ярус, кустарниковый ярус, подрост и подлесок, травяно-кустарничковый ярус и моховой ярус, причем мхи часто формируют сплошной покров на почве. Широколиственные породы, наряду с елью формирующие первый древесный ярус на юге подзоны, к северу перемещаются во второй древесный ярус или остаются в подлеске. Кроме елово-широколиственных и мелколиственных лесов на территории зоны встречаются верховые и низинные болота, суходольные и пойменные луга, сорно-рудеральная растительность.

1.2. Характеристика объектов практики

Хвойно-широколиственные леса

В районе агробиостанции «Чашниково» основные лесообразующие породы – это хвойные: ель *Picea abies*; широколиственные: липа *Tilia cordata*, дуб черешчатый *Quercus robur*; мелколиственные: березы повислая и белая *Betula pendula* и *B. alba*, осина *Populus tremula*. В подлеске обычны рябина *Sorbus aucuparia*, жимолость *Lonicera xylosteum*, черемуха *Padus avium*, бересклет бородавчатый *Euonymus verrucosa*. В травяно-кустарничковый ярус входят две эколого-ценотические группы видов:

1) бореальные лесные виды: кислица обыкновенная *Oxalis acetosella*, черника *Vaccinium vitis-idaea*, седмичник европейский *Trientalis europaea*, майник двулистный *Majanthemum bifolium*, голокучник Линнея *Gymnocarpium dryopteris*;

2) неморальные лесные виды: сныть обыкновенная *Aegopodium podagraria*, зеленчук желтый *Galeobdolon luteum*, медуница неясная *Pulmonaria obscura*, копытень европейский *Asarum europaeum*.

Моховой ярус хорошо выражен на участках леса с преобладанием ели и представлен различными видами, среди которых обычны плеврозиум Шребера *Pleurozium schreberi* и гилокомиум блестящий *Hylocomium splendens*.

Мелколиственные леса

Древесный ярус мелколиственных лесов сформирован березами и осиной. Под их пологом хорошо возобновляется ель, которая формирует подрост или второй древесный ярус в зависимости от возраста. В осинниках преобладают виды неморального широколиственного травяного яруса, а в березняках в состав травяно-кустарничкового яруса входят и более светолюбивые опушечные виды, такие как живучка ползучая *Ajuga reptans*, вероника лекарственная *Veronica officinalis*, земляника лесная *Fragaria vesca*, золотая розга обыкновенная *Solidago virgaurea*. Так как территория сильно нарушена, то на опушки лесов с залежей внедряются заносные сорные виды, такие как борщевик Сосновского *Heracleum sosnowskyi*.

Верховые болота

Верховые болота занимают высокие участки водоразделов. Толща торфа часто отделяет их поверхность от минерального горизонта, поэтому они бедны элементами минерального питания, а влага поступает в основном в виде атмосферных осадков. На верховых болотах хорошо развит покров из сфагновых мхов, который хорошо удерживает воду. Из древесных растений может расти сосна *Pinus sylvestris*. Для верховых болот свойственно высокое участие кустарничков – багульника *Ledum palustre*, подбела *Andromeda polyfolia*, болотного мирта *Chamaedaphne calyculata*, клюквы *Oxycoccus palustris*; разных видов осок. Характерный вид верховых олиготрофных болот – хищное растение росянка *Drosera rotundifolia*.

Низинные болота

Низинные болота располагаются в поймах рек и в различных понижениях рельефа. Они связаны с минеральным горизонтом и богаты элементами минерального питания. Низинные болота по берегам озер могут быть представлены черноольшаниками. Ольха черная *Alnus glutinosa* формирует актинориз с азотфиксирующими актиномицетами из рода *Frankia*, азот поступает в почву с опадом ольхи. В черноольшаниках встречаются такие виды, как вех ядовитый *Cicuta virosa*, лютик языколистный *Ranunculus lingua*.

2. Зона широколиственных лесов – окрестности д. Орлово, Тульская область (Тульские засеки)

2.1. Общая характеристика зоны

Зона широколиственных лесов на севере граничит с подзоной елово-широколиственных лесов таежной зоны, а на юге – с лесостепью. В Восточной Европе ширина зоны составляет 300-400 км, и при движении на восток её южная граница смещается к северу, что связано с уменьшением коэффициента увлажнения. Зональный тип сообщества – широколиственные леса, сформированные листопадными деревьями с крупными листовыми пластинками. Основные лесообразующие породы – дуб черешчатый *Quercus robur*, липа сердцевидная *Tilia cordata*, клен остролистный *Acer platanoides*, ясень обыкновенный *Fraxinus excelsior*, вяз голый *Ulmus glabra*. На западе зоны в состав широколиственных лесов наряду с ними входит граб обыкновенный *Carpinus betulus*, а при движении на восток состав древесных пород становится беднее. Так, дальше всех на восток заходят дуб (до Уральских гор) и липа (встречается в отдельных местообитаниях и за Уралом).

В широколиственных лесах хорошо выражена ярусность: один или несколько древесных ярусов, подрост и подлесок, травяно-кустарничковый ярус. Мохово-лишайниковый ярус не развит, а мхи размещаются по ветровалу и по основаниям стволов деревьев. Это связано с влиянием широколиственного опада.

В настоящее время из-за хозяйственного освоения земель эти леса сильно фрагментированы и не занимают больших площадей. Кроме зональной растительности (широколиственных лесов), широко распространены вторичные мелколиственные леса – березняки и осинники, пойменные и суходольные луга, болота в притеррасных понижениях и карстовых воронках, сорно-рудеральная растительность.

На стоянке «Тульские засеки» проводятся две экскурсии. Первая знакомит студентов с составом и структурой широколиственного леса, вторая – с растительностью поймы.

2.2. Характеристика объектов практики

Широколиственные леса

В районе Тульских засек основные лесообразующие породы – липа, дуб черешчатый, клен остролистный, ясень обыкновенный, вяз голый. В нижнем древесном ярусе встречается клен полевой *Acer campestre*, в подлеске обычны орешник лещина *Corylus avellana*, черемуха *Padus avium*, бересклет бородавчатый *Euonymus verrucosa*, жимолость лесная *Lonicera xylosteum* и другие виды. Некоторые деревья, например клен и липа, формируют «банк проростков»: их семена прорастают сразу же после попадания в почву, и в ювенильном состоянии растения несколько лет могут ждать образования в пологе леса «окна» – участка, осветленного в результате отмирания одного или нескольких деревьев.

В травяно-кустарничковом ярусе можно выделить следующие группы видов:

1) весенние эфемероиды: хохлатки *Corydalis* spp., ветреницы дубравная и лютичная (*Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*), чистяк весенний *Ficaria verna*, лук медвежий, или черемша *Allium ursinum*. Это многолетние растения, вегетация которых продолжается короткое время весной – в начале лета, до разворачивания листьев на деревьях;

2) неморальное лесное широкоотравье: осока волосистая *Carex pilosa*, осока лесная *Carex sylvatica*, бор развесистый *Milium effusum*, сныть обыкновенная *Aegopodium podagraria*, ландыш майский *Convallaria majalis*, пролесник многолетний *Mercurialis perennis*, копытень европейский *Asarum europaeum*, медуница неясная *Pulmonaria obscura*, зеленчук желтый *Galeobdolon luteum*, подмаренник душистый *Galium odoratum*, чина весенняя *Lathyrus vernus*;

3) бореальные лесные виды: майник двулистный *Majanthemum bifolium*, голокучник Линнея *Gymnocarpium dryopteris*. Роль бореальных видов в структуре яруса невелика.

Большинство видов травяно-кустарничкового яруса способно к клональному росту, например, сныть, копытень, ландыш и другие виды.

При выпадении крупных деревьев в окнах развиваются нитрофильные виды: бузина *Sambucus racemosa*, малина *Rubus idaeus*, крапива *Urtica dioica*, при наличии проточного увлажнения – таволга вязолистная *Filipendula ulmaria*. По влажным осветленным местам, по лесным дорогам встречаются недотрога обыкновенная *Impatiens noli-tangere*, сердечник недотрога *Cardamine impatiens*. В карстовых воронках формируются болота.

Пойменная растительность

В пойме реки Упы в районе стоянки зональной практики выделяются прирусловой вал, центральная часть поймы, понижения – старицы с болотной растительностью. Склон к первой надпойменной террасе занят лесополосами и луговой залежью.

Водные растения реки Упы представлена следующими основными группами: 1) полностью погруженные в воду растения (рдест гребенчатый *Potamogeton pectinatum*); 2) растения, укореняющиеся в грунте, с плавающими на поверхности воды листьями (кубышка желтая *Nuphar lutea*); 3) растения, укореняющиеся в грунте, с выступающими над поверхностью воды листьями (стрелолист *Sagittaria sagittifolia*); 4) растения, плавающие на поверхности воды (ряска малая *Lemna minor*).

Растительность прируслового вала формируют длиннокорневищные злаки кострец безостый *Bromopsis inermis* и двуклосточник обыкновенный *Phalaroides arundinacea*, а также крапива *Urtica dioica*. Для прируслового вала характерны травянистые лианы: повои *Calystegia sepium*, повилика *Cuscuta europaea*, эхиноцистис лопастной, или «бешеный огурец», *Echinocystis lobata*. Эхиноцистис – заносной вид, его плоды легко распространяются по воде, а на прирусловом валу он находит для себя богатые почвы с оставшимися после паводка небольшими нарушениями.

В центральной части поймы формируются разнотравно-злаковые луга. Типичные виды злаков – ежа сборная *Dactylis glomerata*, тимopheевка обыкновенная *Phleum pratense*, овсяница луговая *Festuca pratensis*, мятлик луговой *Poa pratensis*. На более влажных участках доминирует лисохвост луговой *Alopecurus pratensis*. Среди представителей разнотравья в начале июня (во время практики) аспектируют купырь лесной *Anthriscus sylvestris* и свербига восточная *Bunias orientalis*. Другие важные представители разнотравья – герань луговая *Geranium pratense*, жабрица порезниковая *Seseli libanotis*, колокольчик скученный *Campanula glomerata*. Бобовые представлены небольшим числом видов, среди них горошек мышиный *Vicia cracca*, чина луговая *Lathyrus pratensis*. Из сорных растений наиболее заметна чемерица *Veratrum lobelianum*. Луговая растительность в поймах сформировалась на месте заброшенных пашен, пастбищ и сенокосов. Без выпаса и сенокосения она сменяется зарослями кустарников и пойменными лесами.

В пойме реки Упы в состав пойменных лесов входят вяз гладкий *Ulmus laevis*, черемуха *Padus avium*, ивы ломкая *Salix fragilis* и белая *S. alba*, а кустарниковые заросли представлены различными видами ив (*Salix cinerea*, *S. triandra*, *S. viminalis*). Из лиан встречается хмель *Humulus lupulus*.

В зарастающих старицах формируются разнотравно-осоковые болота с осокой лисьей *Carex vulpina*, острой *C. acuta* и пузырчатой *C. vesicaria*. Из разнотравья встречаются *Stellaria palustris*, *Galium palustre*, *Alisma plantago-aquatica*. Растительность старичных понижений подвержена значительным флуктуациям в зависимости от условий увлажнения года.

Суходольные луга

Суходольные луга встречаются на склонах террас и поддерживаются за счет сенокосения или выпаса. Для суходольных лугов характерны злаки мятлик узколистный *Poa angustifolia*, трясунка средняя *Briza media*; осоки

соседняя и ранняя *Carex contigua* и *C. praecox*; ожика бледноватая *Luzula pallescens*; различные представители разнотравья: подмаренник настоящий *Galium verum*, кульбаба щетинистая *Leontodon hispidus*, примула весенняя *Primula veris*, смолка клейкая *Steris viscaria*.

3. Северная лесостепь - окрестности д. Полибино (Липецкая область)

3.1. Общая характеристика зоны

Зона лесостепи расположена южнее зоны широколиственных лесов, лучше обеспечена теплом и хуже влагой. С запада на восток в пределах зоны происходит уменьшение годовой суммы осадков и возрастает континентальность климата.

Естественная растительность лесостепи представлена луговыми степи и остепнёнными лугами в сочетании с широколиственными, преимущественно дубовыми лесами. До начала интенсивной хозяйственной деятельности лесные массивы тяготели к более возвышенным и расчленённым участкам водоразделов, к высоким правобережьям рек, тогда как степные биоценозы были сосредоточены на пониженных и слаборасчленённых водоразделах, обычно по левобережьям рек. В настоящее время водоразделы лесостепи распаханы, а степные участки и участки дубрав сохранились в основном по склонам балок.

С растительностью северной лесостепи на примере окрестностей деревни Полибино (Липецкая область) знакомятся в течение одной экскурсии, которая проходит по широколиственному лесу на склоне балки, участку сбитого пастбища и балке со степной растительностью на склонах и луговым днищем.

3.2. Характеристика объектов практики

Луговые степи

Для луговых степей характерны следующие группы видов:

- 1) плотнодерновинные злаки и осоки: ковыль перистый *Stipa pennata*, типчак *Festuca valesiaca*, осока низкая *Carex humilis*;
- 2) длиннокорневищные злаки: пырей промежуточный *Elytrigia intermedia*, мятлик узколистный *Poa angustifolia*. Роль корневищных злаков возрастает на остепненных лугах, в то время как участие плотнодерновинных злаков уменьшается.
- 3) степное разнотравье: шалфей луговой *Salvia pratensis*, зопник клубненосный *Phlomis tuberosa*, чистец прямой *Stachis recta*, таволга обыкновенная *Filipendula vulgaris*, адонис весенний *Adonis vernalis*, ветреница лесная *Anemone sylvestris*, ластовень ласточкин *Vincetoxicum hirundinaria*, василистник малый *Thalictrum minus* и многие другие виды;
- 4) бобовые: вязель пестрый *Coronilla varia*, эспарцет песчаный *Onobrychis arenaria*, астрагалы датский и австрийский *Astragalus danicus* и *A. austriacus*;
- 5) степные кустарники: ракитник русский *Chamaecytisus ruthenicus*.

Луговые степи – полидоминантные сообщества с высоким видовым богатством и флористической насыщенностью. Виды, входящие в их состав, различаются по фенологии, поэтому в луговых степях наиболее ярко выражена смена аспектов – преобладающей окраски сообществ в течение вегетационного периода. В середине июня фиолетовый аспект в основном обеспечивает шалфей луговой.

Распределение растительных сообществ по рельефу в балках наглядно иллюстрирует правило предварения В.В. Алехина, согласно которому на склонах северной экспозиции формируются растительные группировки, свойственные более северной природной зоне (подзоне), а на склонах южной экспозиции – более южной зоне (подзоне). Лучше прогреваемые крутые склоны южной экспозиции на выходах известняка заняты петрофитными вариантами степей, а более влажные склоны северной экспозиции заняты остепненными лугами.

Петрофитные варианты отличаются от обычных луговых степей меньшим проективным покрытием. В них встречаются такие виды, как пырей промежуточный, мордовник обыкновенный *Echinops ritro*, василек Маршалла *Centaurea marschalliana*, истод сибирский *Polygala sibirica*, остролодочник волосистый *Oxytropis pilosa*. Многие виды петрофитных участков степей обладают приспособлениями к обитанию на подвижном субстрате: длинными разветвленными корневищами (пырей) или глубокой стержневой корневой системой.

На остепненных лугах отсутствуют ковыль и типчак, много рыхлодерновинных и корневищных злаков, выше доля разнотравья. Обычны такие виды, как мятлик узколистный *Poa angustifolia*, кострец береговой *Bromopsis riparia*, осока соседняя *Carex contigua*, репешок обыкновенный *Agrimonia eupatoria*, клевер горный *Trifolium montanum*, а также многие типичные представители степного разнотравья. По днищам балок, в более влажных условиях, развиваются луга с типичными луговыми видами: ежой сборной *Dactylis glomerata*, кострецом безостым *Bromopsis inermis*, свербигой восточной *Bunias orientalis*.

Для поддержания структуры луговых степей необходим умеренный выпас скота. В отсутствие выпаса участки травяной растительности быстро сменяются зарослями степных кустарников – терна *Prunus spinosa*, степной вишни *Cerasus fruticosa*, боярышника одноствольного *Crataegus monogyna*, шиповника *Rosa* spp. Напротив, при слишком сильном выпасе выпадают плотнодерновинные злаки и степное разнотравье, остаются устойчивые к вытаптыванию розеточные и стелющиеся луговые растения, а также виды, слабо или вообще не поедаемые скотом: бодяк польский *Cirsium polonicum*, чертополох колючий *Carduus acanthoides*, синяк обыкновенный *Echium vulgare*. Кроме выпаса важным фактором поддержания разнообразия и структуры степных сообществ является роющая деятельность мелких грызунов.

Из-за сильного сокращения естественных местообитаний и фрагментации степных массивов, многие типичные степные виды занесены в региональные Красные книги. Однако в последние десятилетия, в связи со снижением хозяйственной деятельности человека, происходит постепенное восстановление степной растительности на залежах и расселение растений со склонов балок на выровненные участки. В условиях открытых пространств расселению способствует распространение семян с помощью ветра, как у ковыля перистого, ветреницы лесной и некоторых сложноцветных.

Широколиственные леса

Широколиственные леса в районе стоянки зональной практики сохранились по склонам балок. Древесный ярус в них сформирован дубом *Quercus robur*, липой *Tilia cordata*, кленом остролистным *Acer platanooides*. В подлеске встречаются лещина *Corylus avellana*, черемуха *Padus avium*, бересклет *Euonymus verrucosa*. Травяно-кустарничковый ярус обеднен, в основном представлен осокой волосистой *Carex pilosa*, копытнем европейским *Asarum europaeum*, ландышем майским *Convallaria majalis*, купеной многоцветковой *Polygonatum multiflorum* и другими видами широколиственных лесов.

4. Интразональная растительность южной лесостепи – окрестности села Хреновое (Воронежская область)

4.1. Общая характеристика зоны

В районе с. Хреновое, расположенном на юге лесостепной зоны, в связи с высоким уровнем грунтовых вод формируется интразональная растительность. На песчаных отложениях речных террас формируется интразональная растительность – остепненные сосновые боры. С составом и структурой интразональной растительности южной лесостепи знакомятся в течение одной экскурсии, которая проходит по черноземно-солонцовому и лугово-болотно-лесному комплексам, закономерно размещенных по элементам рельефа. С растительностью Хреновского бора знакомятся на дополнительной экскурсии или во время выполнения задач по экологии.

4.2. Характеристика объектов практики

Лугово-болотно-лесной комплекс

Наиболее низкие участки местности, обычно замкнутые понижения, куда стекает вода с соседних урочищ, заняты осиновыми кустами («колками»), зарослями ив и низинными болотами в их центральной части. Заболоченные участки подвержены высокой флуктуационной изменчивости в зависимости от погодных условий года. В засушливые годы в осиновых колках случаются пожары, и осина активно возобновляется корневой порослью. В травяно-кустарничковом ярусе встречается ежевика сизая *Rubus caesius*, вейник седеющий *Calamagrostis canescens*, вербейник монетчатый *Lysimachia*

nummularia. Ивовые заросли в основном образованы ивой пепельной *Salix cinerea*.

На открытых участках болот доминируют осоки пузырчатая и лисья (*Carex vesicaria*, *C. vulpina*), тростник южный *Phragmites australis*, ирис ложноаировый *Iris pseudacorus*, разнотравье представлено окопником лекарственным *Symphytum officinale*, звездчаткой болотной *Stellaria palustris* и другими видами. При переходе от заболоченных участков к лугам встречается бекмания обыкновенная *Beckmannia eruciformis*.

Заросли кустарников на границе осиновых колков и остепненных лугов отличаются высоким видовым разнообразием. Кустарники представлены жимолостью татарской *Lonicera tatarica*, *Crataegus* spp. и другими видами. Из травянистых растений встречаются такие виды, как шпажник черепитчатый *Gladiolus imbricatus*, шлемник копьелистный *Scutellaria hastifolia*, валериана лекарственная *Valeriana officinalis*, кровохлебка лекарственная *Sanguisorba officinalis*, вероника длиннолистная *Veronica longifolia*.

Черноземно-солонцовый комплекс

Черноземно-солонцовый комплекс размещается на положительных элементах мезорельефа. Остепненные луга на лугово-черноземных почвах содержат как типично степные виды (типчак *Festuca valesiaca*, мятлик узколистный *Poa angustifolia*, вязель пестрый *Coronilla varia*), так и луговые (овсяница луговая *Festuca pratensis*, чины луговая и клубненосная *Lathyrus pratensis* и *L. tuberosa*, погремки *Rhinanthus* spp.).

На более высоких участках размещаются солонцы. Их легко узнать по небольшому проективному покрытию растений и специфическому набору видов. Обнаженная почва часто покрыта корочкой из сине-зеленых водорослей. Среди травянистых растений обычны эфемеры – однолетники мышехвостник малый *Myosurus minimus* и чешуехвостник венгерский *Pholiurus pannonicus*, бассия очитковая *Bassia sedoides*, мятлик луковичный *Poa bulbosa*. По краям пятен солонцов встречаются типчак *Festuca valesiaca*, полынь австрийская *Artemisia austriaca*, бескильница мелкочешуйчатая *Puccinellia dolicholepis*.

Остепненные боры (Хреновской бор)

Хреновской бор расположен на песчаных террасах реки Битюг, ширина его полосы составляет около 10 километров. Основная древесная порода – сосна *Pinus sylvestris*, на пониженных участках к ней примешивается дуб *Quercus robur*. В нижних ярусах леса встречаются вяз малый *Ulmus minor*, клены полевой и татарский (*Acer campestre* и *A. tataricum*), бересклеты бородавчатый и европейский (*Euonymus verrucosa* и *E. europaea*). Для бора также характерны бобовые кустарнички раkitник русский *Chamaecytisus ruthenicus* и дроk красильный *Genista tinctoria*.

Травяно-кустарничковый ярус сосняков отличается сравнительно небольшим проективным покрытием при высоком видовом богатстве. В его

составе довольно много видов однолетних или малолетних растений: неравноцветник кровельный *Anisantha tectorum*, костер японский *Bromus japonicus*, скерда кровельная *Crepis tectorum*, вяжечка голая *Turritis galbra*, фиалка трехцветная *Viola tricolor*. Многие растения имеют длинные корневища (вейник наземный *Calamagrostis epigeios*, ландыш майский *Convallaria majalis*) или захватывают территорию с помощью корневых отпрысков (щавелек *Rumex acetosella*, живучка женевская *Ajuga genevensis*). Также встречаются дерновинные злаки, например, тонконог сизый *Koeleria glauca* и житняк гребенчатый *Agropyron cristatum*, и различные представители разнотравья: ластовень ласточкин *Vincetoxicum hirundinaria*, чистец прямой *Stachys recta*, вероника колосистая *Veronica spicata*, скабиоза желтая *Scabiosa ochroleuca*, прострел раскрытый, или сон-трава, *Pulsatilla patens* и прострел луговой *Pulsatilla pratensis*. Участки в междюнных понижениях заняты низинными болотами с березой белой *Betula alba*, тростниковыми зарослями с *Phragmites australis*.

5. Степная зона – окрестности г. Таловая (Воронежская область)

5.1. Общая характеристика зоны

Степная зона на севере граничит с лесостепной зоной, а на юге переходит в зону сухих степей. Климат здесь отличается более теплым и сухим летом, чем в лесостепи, а с запада на восток возрастают засушливость и континентальность. Естественная растительность на водоразделах представлена степями, а леса приурочены к поймам рек, склонам речных долин и оврагов, террасам, покрывая 8,6% площади зоны. В настоящее время зональная растительность сильно нарушена, степи распаханы и сохраняются только на заповедных и не удобных для возделывания участках. Для защиты полей от эрозии посажены лесополосы.

В растительности степной зоны выделяют две подзоны: разнотравно-дерновинно-злаковую степь и дерновинно-злаковую степь. По сравнению с луговыми степями, в них возрастает участие узколистных плотнодерновинных злаков (ковыль, типчак) и уменьшается доля корневищных злаков и разнотравья. При движении на юг, к дерновинно-злаковым степям, в состав сообществ все чаще входят полукустарнички, эфемеры и эфемероиды. Много мохообразных, лишайников и сине-зеленых водорослей.

5.2. Характеристика объектов практики

Разнотравно-типчаково-ковыльная степь

Каменная степь расположена в подзоне разнотравно-типчаково-ковыльных степей. По сравнению с луговыми степями, эти степи характеризуются меньшей видовой насыщенностью фитоценозов (около 30 видов на 1 м²). Для разнотравно-типчаково-ковыльных степей характерны следующие группы видов:

- 1) эфемероиды (тюльпаны *Tulipa* spp., ирис безлистный *Iris aphylla*, ирис низкий *I. pumila*). В отличие от эфемероидов широколиственных лесов, их жизненный цикл – приспособление к засушливым условиям;
- 2) плотнодерновинные злаки: ковыль перистый *Stipa pennata*, ковыль-волосатик *S. capillata*, типчак *Festuca valesiaca*;
- 3) степное разнотравье: таволга обыкновенная *Filipendula vulgaris*, шалфей поникающий *Salvia nutans*, серпуха венценосная *Serratula coronata*, вязель пестрый *Coronilla varia*, горошек тонколиственный *Vicia tenuifolia*, ломонос цельнолистный *Clematis integrifolia*, василек русский *Centaurea ruthenica*, кровохлебка лекарственная *Sanguisorba officinalis*.

В Каменной степи типичная степная растительность поддерживается на косимых участках. В отсутствие выпаса и сенокосения, на некосимых участках степи формируется древесная и кустарниковая растительность из жимолости, боярышника, терна, шиповника, подроства кленов.

Заросли степных кустарников – степной вишни *Cerasus fruticosa*, терна *Prunus spinosa*, бобовника *Amygdalus nana*, раkitника русского *Chamaecytisus ruthenicus* – широко распространены в балках. Естественные леса, формировавшие небольшие массивы по днищам и склонам балок до начала активного освоения территории человеком, состояли из дуба черешчатого *Quercus robur*, ясеня обыкновенного *Fraxinus excelsior*, вязов малого и гладкого *Ulmus minor* и *U. laevis*. Кроме того, были распространены клены татарский, платановидный и полевой (*Acer tataricum*, *A. platanoides* и *A. campestre*), яблоня ранняя *Malus praecox*, груша обыкновенная *Pyrus communis*, липа мелколистная *Tilia cordata*.

6. Типчаково-ковыльная степь – окрестности станицы Качалинская (Волгоградская область)

6.1. Общая характеристика зоны

Сухие степи формируются в условиях резко континентального климата со сменой сезонов увлажнения почв весной и осенью и периода засухи летом. При движении с запада на восток понижаются зимние температуры и уменьшается мощность снежного покрова. В северной части зональная растительность представлена типчаково-ковыльными ассоциациями, которые к югу сменяются типчаковыми. К югу возрастает и участие полукустарничков в составе сухих степей. В этой зоне леса на водоразделах отсутствуют, встречаясь только по днищам балок и поймам рек.

6.2. Характеристика объектов практики

Типчаково-ковыльные степи

С растительностью типчаково-ковыльных степей знакомятся в течение одной экскурсии в окрестностях станицы Качалинская, расположенной на южной границе подзоны типчаково-ковыльных степей, которая постепенно переходит в подзону полынно-типчаково-ковыльных степей.

В составе степной растительности можно выделить следующие основные группы видов:

- 1) узколистные плотнодерновинные злаки: типчак *Festuca valesiaca*, ковыль Лессинга *Stipa lessingiana*, ковыль-волосатик *Stipa capillata*, тонконог гребенчатый *Koeleria cristata*;
- 2) полукустарнички: полыни сантонинная и австрийская *Artemisia santonica* и *A. austriaca*, прутняк простертый *Kochia prostrata*;
- 3) ксерофильное разнотравье: наголоватка многоцветковая *Jurinea multiflora*, зопник колючий *Phlomis pungens*, шалфей дубравный *Salvia nemorosa*, лен многолетний *Linum perenne*, грудница мохнатая *Linosyris villosa*, подмаренник распростертый *Galium humifusum* и другие виды;
- 4) эфемеры: вероники *Veronica* spp. и крупки *Draba* spp., на нарушенных участках, по окраинам полей и обочинам дорог – мортук пшеничный *Eremopyrum triticeum*;
- 5) эфемероиды: тюльпаны *Tulipa* spp., гусиные луки *Gagea* spp.

Многие растения имеют сизую окраску листьев за счет опушения (грудница мохнатая, пижма тысячелистниковая *Tanacetum millefolium*, полыни) или восковой налет (синеголовник плоский *Eryngium planum*, синеголовник равнинный *E. campestre*, молочай Сегье *Euphorbia seguieriana*). Распространение плодов и семян по принципу «перекасти-поля» также характерно для растений открытых пространств. «Перекасти-поле» могут образовывать триния многостебельная *Trinia multicaulis*, ферула каспийская *Ferula caspica*, катран татарский *Crambe tataria*, качим метельчатый *Gypsophila paniculata*, солянка сорная *Salsola tragus*. Типчаково-ковыльные степи подвержены частым пожарам. Этому способствуют засушливые условия, а также накопление степного войлока – в основном, отмерших листьев степных злаков.

На склоны и днища балок уходят виды, характерные для луговых и типичных степей: вязель пестрый *Coronilla varia*, хатьма тюрингская *Lavatera thuringiaca*, василек волосистоголовый *Centaurea trichocephala*. Там же встречаются невысокие кустарники – миндаль низкий *Amygdalus nana*, спиреи *Spiraea* spp.

В настоящее время большинство степей распаханно и степная растительность сохраняется в основном по склонам балок. Лесополосы, разделяющие поля, состоят в основном из дуба, вяза малого *Ulmus minor*, интродуцированных ясеня пенсильванского *Fraxinus pennsylvanica*, смородины золотистой *Ribes aureum*, скумпии кожевенной *Cotinus coggygria*.

II. Почвы

1. Биомы хвойно-широколиственных лесов

В составе почвенного покрова хвойно-широколиственных лесов доминируют **дерново-подзолистые почвы и болотно-подзолистые почвы** (Классификация почв СССР, 1977). В «Классификации почв России» (2004) им соответствуют торфяно-подзолистые, дерново-подзолистые, дерново-подзолисто-глеевые почвы. Наряду с зональными почвами на изучаемой территории встречаются **болотные почвы**. Они представлены двумя типами: торфяные болотные верховые и торфяные болотные низинные почвы (торфяные олиготрофные и торфяные эутрофные – по классификации почв России).

Интразональными для данной территории, а также для зоны широколиственных лесов являются пойменные биогеоценозы с **аллювиальными почвами**. Почвенный покров речных пойм очень пестрый, сложный, мозаичный в связи с постоянным меандрированием речного русла и миграцией различных частей поймы. Отсюда широкое распространение полициклических, погребенных почв. Разнообразие вносится и разнокачественностью речного аллювия в поймах разных рек, его разным возрастом. Среди большой группы аллювиальных почв в «Классификация почв СССР» (1977) различаются следующие типы:

I подгруппа типов — аллювиальные дерновые почвы

Тип 1 — аллювиальные дерновые кислые (слоистые примитивные, слоистые, типичные, оподзоленные)

Тип 2 — аллювиальные дерновые насыщенные (слоистые примитивные, слоистые, типичные, остепняющиеся)

Тип 3 — аллювиальные дерновые карбонатные (опустынивающиеся)

II подгруппа типов — аллювиальные луговые почвы.

Тип 4 — аллювиальные луговые кислые.

Тип 5 — аллювиальные луговые насыщенные.

Тип 6 — аллювиальные луговые карбонатные.

Тип 7 — аллювиальные лугово-болотные.

III подгруппа типов — аллювиальные болотные почвы:

Тип 8 – аллювиальные иловато-перегнойно-глеевые.

Тип 9 — аллювиальные иловато-торфяные.

В новой классификации почв России (2004) указанным типам соответствуют в створе синлитогенных почв в отделе слаборазвитых почв тип аллювиальных слоистых почв; в отделе аллювиальных почв – типы: аллювиальные серогумусовые (дерновые); аллювиальные темnogумусовые; аллювиальные торфяно-глеевые; аллювиальные перегнойно-глеевые; аллювиальные серогумусовые глеевые; аллювиальные темnogумусовые гидрометаморфические.

В поймах рек зонах хвойно-широколиственных и широколиственных лесов можно наблюдать формирование следующих типов аллювиальных почв. На прирусловых валах формируются **аллювиальные дерновые кислые или насыщенные почвы**. На центральной части поймы формируются **аллювиальные луговые кислые или насыщенные почвы**. На притеррасной части поймы формируются **аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые и аллювиальные болотные иловато-торфяные** в зависимости от характера органогенного горизонта.

2. Биомы широколиственных лесов

В почвенном покрове широколиственных лесов распространены **серые лесные** почвы, представленные тремя подтипами (Классификация почв СССР, 1977): светло-серые, серые и тёмно-серые лесные почвы. В новой классификации почв России (2004) подтипам серых и тёмно-серых лесных почв соответствуют типы серых и тёмно-серых почв в отделе текстурно-дифференцированных почв. Светло-серые лесные почвы отнесены к типу дерново-подзолистых почв в отделе текстурно-дифференцированных почв.

3. Биомы лесостепи и степи

3.1. Лесостепь

В почвенном покрове лесостепной зоны распространены чернозёмы, среди которых пятнами встречаются серые лесные почвы. Среди серых лесных почв увеличивается участие тёмно-серых при одновременном сокращении площадей светло-серых лесных почв по сравнению с подзоной широколиственных лесов. Меняется и состав топографических рядов, связанных с определенными элементами мезорельефа. Автоморфные чернозёмы плакоров и склонов в полугидроморфных позициях сменяются лугово-чернозёмными почвами, а в гидроморфных — луговыми.

В лесостепи **чернозёмы** представлены тремя подтипами (по «Классификации почв СССР», 1977): оподзоленные, выщелоченные и типичные. В новой «Классификации почв России» (2004) чернозёмы разделены на несколько типов в отделе аккумулятивно-гумусовых почв: чернозёмы глинисто-иллювиальные — с признаками дифференциации профиля по элювиально-иллювиальному типу (им соответствуют оподзоленные и выщелоченные чернозёмы и их фациальные варианты), чернозёмы (типичные, обыкновенные, мицелярно-карбонатные), чернозёмы текстурно-карбонатные (южные). Разделение на подтипы в типе чернозёмов происходит в соответствии с формами выделения карбонатов, а не по соотношению карбонатного и гумусового профилей, как это предполагалось в «Классификации почв СССР», 1977.

3.2. Степь

Почвы зоны обыкновенных и южных чернозёмов степи (Южнорусская провинция) изучаются студентами во время экскурсии в Научно

Исследовательский Институт Сельского Хозяйства Центральной Чернозёмной Полосы им. В.В. Докучаева. Преобладающие почвы Каменной степи представлены **обыкновенными и типичными чернозёмами**.

3.2.1. Формирование интразонального черноземно-солонцового комплекса в степной зоне.

Окско-Донская низменная равнина с высоким уровнем почвенно-грунтовых вод – характеризуется большим процентом участия в почвенном покрове интразональных почв: полугидроморфных, щёлочно-дифференцированных, с признаками засоления. Для полугидроморфных и гидроморфных позиций в зоне серых лесных почв, оподзоленных, выщелоченных и типичных чернозёмов характерны лугово-чернозёмные и луговые почвы, а также комплексы с участием солонцов и солодей.

В «Классификации почв СССР» (1977) **солоди** представлены тремя подтипами: лугово-степные, луговые и лугово-болотные, которые выделяются в зависимости от степени гидроморфизма. В новой «Классификации почв России» (2004) солоди представлены четырьмя типами в отделе текстурно-дифференцированных почв: дерново-солоди, дерново-солоди глеевые, солоди темногумусовые и солоди перегнойно-темногумусовые гидрометаморфические. Выделение типов происходит по наличию признаков гидроморфизма и характеру органогенного горизонта.

Солонцы лугово-черноземные полугидроморфные («Классификации почв СССР», 1977) или солонцы темные («Классификации почв России», 2004) формируются на периферии депрессий, приближенным к выровненным частям под специфической растительностью с невысоким проективным покрытием. Иногда на поверхности солонцов наблюдается водорослевая корочка.

Лугово-черноземные почвы (тип по «Классификации почв СССР», 1977) или черноземы гидрометаморфизованные (подтип по «Классификации почв России», 2004) образуются под лугово-степной растительностью и формируются при активном участии грунтовых вод.

3.3. Сухая степь

Особенностью почвенного покрова Донской провинции тёмно-каштановых и каштановых почв сухой степи является его чрезвычайная пестрота, комплексность. На выровненных пространствах водоразделов распространены тёмно-каштановые и каштановые почвы, на пологих склонах почвенный покров представлен комплексом тёмно-каштановых солонцеватых почв и солонцов каштановых, в пониженных элементах рельефа развиты лугово-каштановые, луговые почвы и солоди.

Тип **каштановых почв** (Классификация почв СССР, 1977) разделяется на три подтипа: тёмно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы. Тёмно-каштановые и каштановые почвы развиты в автономных условиях сухостепной зоны, светло-каштановые – пустынно-степной зоны. Основным критерием для разделения почв на подтипы служит степень их

гумусированности, которая хорошо отражает подзональную смену биоклиматических условий степей.

В «Классификации и диагностике почв России» (2004) выделяется тип каштановых почв, которому соответствуют почвы собственно и светло-каштановые. Основные подтипы выделяются по признакам засоления, солонцеватости, гидрометаморфизации.

В транзитно-аккумулятивных ландшафтах сухостепной зоны, находящихся под влиянием засоленных почвенно-грунтовых вод, наблюдается сочетание процессов осолонцевания и засоления. Это приводит к формированию разнообразных **аллювиально-луговых** и **лугово-болотных** почв различной степени солонцеватости и солончаковатости.

III. Фауна позвоночных

Распространение видов определяется «не только зонально-климатическими условиями, но и биотическими и историческими причинами» (Чернов, 1975). Ярче всего это проявляется у позвоночных, имеющих разнообразные адаптации и занимающих сходные биотопы в разных географических зонах. Строго говоря, принадлежность вида к природной зоне определяется бесконечным разнообразием факторов. Собственно «зональный облик» имеет комплекс плакорных почв, растений и животных. Однако они не всегда доминируют в ландшафте - определяющей оказывается преобразующая деятельность человека. Большинство позвоночных, широко адаптивных и подвижных, не проявляют зональной приуроченности и распространены значительно шире. Т. н. *полизональные* виды – *лось, лиса, ворон* и многие другие встречаются от лесотундры до полупустыни или их ареалы охватывают несколько зон. Это же правило относится к *синантропам*, вышедшим из центров возникновения земледелия и расселившимся через все зоны далеко к северу.

1. Позвоночные южной тайги

В Подмоскowie южная граница тайги представляет собой сложный природно-антропогенный комплекс, сформировавшийся в результате многовековой хозяйственной деятельности человека. **Стационар «Чашниково»** расположен на водоразделе Клинско-Дмитровской гряды. Стекающая с него р. Клязьма сформировала широкую долину (возможно, за счет озерной котловины) с пологими склонами и заболоченной поймой. Местные биотопы сильно изменены, что определило их продуктивность, мозаичность и облик локальной фауны.

Исходно здесь были широко распространены позвоночные истинно таежного происхождения, биоценотически связанные с темнохвойными лесами – *лось, бурый медведь, рысь, выдра, горностай, заяц-беляк, белка, летяга, красная и красно-серая полевки, глухарь, дятлы - желна и трехпалый, бородатая неясыть, мохноногий и воробыиный сычи, клесты, снегирь, щур,*

юрок, синица-московка и др. Из мелких мышевидных характерны *лесная мышь* и редкая *мышь-малютка*; из серых полевок – *экономка* и *пашенная*. В лесах и на лугах редка *лесная мышовка*. Летучих мышей сравнительно мало – *ушан*, две *ночницы*, *северный кожанок* и некоторые другие. Из насекомоядных – *бурозубки* (*крошечная* – редка и *спорадична*). Список птиц обширен и представлен преимущественно воробьиными, приуроченными к лесным фрагментам, луго-полевым биотопам, кустарниковым зарослям и разнокачественным поселениям человека. Наиболее обычны – *вьюрковые*, *дроздовые*, *трясогузковые*, *славковые*, *синицевые*, *врановые* и пр. В «мышинные годы» становятся заметны *обыкновенный канюк*, *пустельга*, *ушастая сова*, изредка – *ястреба*, на лугах – *чибис* и *бекас*, в пойме – выводки *кряквы*, над руслом – *зимородок*. Перераспределение антропогенных нагрузок в природных биотопах привело к изменению численности и распределения птиц.

Амфибии и рептилии малочисленны. Разнообразие водоемов благоприятствует – *остромордой*, *травяной*, *прудовой* и *озерной*, немногочисленным *съедобной лягушке* и *серой жабе*. Встречаются *обыкновенный* и редко – *гребенчатый тритон*. В сухих биотопах обычна *живородящая ящерица*, но *уж* редок, а *гадюка* *спорадична*.

Существенно, что с юга проникают в эту зону свойственные широколиственным лесам *благородный олень*, *косуля*, *барсук*, *лесной хорь*, *обыкновенный еж*, *крот*, некоторые *землеройки* и *летучие мыши*, *прыткая ящерица*, *чесночница* и даже – *медянка* и *ломкая веретеница*.

Преобразуя ландшафт, человек формирует новые экологические ниши. Они заселяются синантропными видами позвоночных, традиционное «ядро» которых относительно постоянно, но в каждой природной к ним могут присоединяться «местные» виды.

2. Позвоночные широколиственного леса

Зоологические экскурсии в окрестностях **пос. Крапивна** (Тульская обл.) позволяют оценить особенности фауны позвоночных подзоны широколиственных лесов. Многоярусная растительность определяет разнообразие экологических влияний на сообщества животных – кормовые, защитные, микроклиматические. Многообразие экологических ниш, обилие кормов и более короткая зимняя пауза характеризуют условия существования лесных зоонозов, богатых видовым составом – список видов, обитающих в этих лесах насчитывает до половины всех позвоночных, составляющих фауну РФ.

Кроме ярко выраженной ярусности, широколиственные леса имеют высокую продуктивность. Обильная подстилка благоприятствует размножению многочисленных беспозвоночных. Эти сообщества продуктивнее таежных, поскольку основные продуценты (дуб, липа, лещина, различные кустарники) обеспечивают разнообразие видов-консументов. Исходно в этих лесах существовал ряд крупных млекопитающих и птиц, исчезнувших или ставших крайне редкими – уничтоженный в средние века *тур* – предок домашнего скота,

зубр, сохраняемый в заповедниках, редко и спорадично встречающиеся – *филин, глухарь, черный аист* и т.д. Возвращается ранее истребленный *бобр*. К строго зональным относят виды, связанные с дубом, липой и лещиной; южнее и севернее они становятся интразональными, встречаясь по поймам и т.н. культурному ландшафту. Большинство из них расселились из ледниковых рефугиумов Зап. Европы – *еж обыкновенный, куница лесная, хорь черный, барсук, желтогорлая мышь, сони* (несколько видов), *благородный олень, косуля европейская, кабан* и другие (Кузнецов, 1950). Сегодня об их присутствии можно судить по следам жизнедеятельности или по редким встречам. В лесах, оврагах, у сырых мест встречаются насекомоядные и рукокрылые – *еж и крот европейские*, несколько видов *землероек и летучих мышей* (*вечерницы, ночницы и нетопыри*), обычны *лисица, черный хорь, лесная куница, барсук*, различные грызуны – *белка, сони*, наиболее характерны – *желтогорлая и лесная мыши, рыжая полевка*, нередко – *беляк, кабан, косуля*, немногочисленна *лесная мышевка*, изредка встречается *благородный олень*. Влажные пойменные местообитания населяют *околоводные кутора, норка американская, енотовидная собака и ондатра* (последние три вида акклиматизированы!). Из птиц наиболее характерны *дятлы*, особенно – *зеленый*, а также *большой и малый пестрый*, реже – *желна и средний пестрый*, лесные голуби – *вахирь, клинтух, обыкновенная горлица, сова – серая неясыть*, биоценотически связанная с *желтогорлой мышью*, многочисленны *воробьиные – иволга, черный и певчий дрозды, мухоловки* (*белошейка* – вид-индикатор этих лесов), *зарянка, синицы* (*большая и особенно лазоревка*), *зеленушка, дубонос, зяблик* и пр. Обычны *врановые* (особенно *сойка*) и хищные птицы – *обыкновенный канюк, ястреба* (*тетеревятник и перепелятник*), *черный коршун*, мелкие сокола – *пустельга* и более редкий *чеглок*. Более обычна, чем в тайге – *ушастая сова*. Характерно, что некоторые лесные виды выселяются в продуктивную пойму. *Теньковка и черный дрозд* здесь становятся обычны, в лесном массиве они встречаются более дисперсно. Только в пойме гнездится колониальный *рябинник*. Высокая плотность потенциальных жертв привлекает хищников-мышеедов (*канюк, пустельга, ушастая сова*), орнитофагов (*ястреба и луговой лунь*) и гнездового паразита – *кукушку обыкновенную*. Постоянно гнездятся *чибис*, реже – *бекас*, обычны *желтая трясогузка, полевой жаворонок, луговой чекан, различные славки, камышевки, сверчки, овсянки, соловей и чечевица*. Некоторые птицы, имеющие постоянный источник корма, способны формировать скопления, оказывающие прямое влияние на состояние окружающей среды. В кв-ле 124 существует колония *серой цапли* из десятков гнезд. Поток органики (помет, рыба, скорлупа и погибшие птенцы) радикально меняет почвенный показатель pH, «выжигая» травяное покрытие. Характерно, что в таежной зоне подобные процессы под гнездами *рыбоядных птиц* на верховых болотах (*скопы, орланы-белохвосты*) благоприятствует развитию растительности.

Местной фауне характерно смешение: из темнохвойной тайги распространяются *лось*, *беляк*, *желна*, *воробьиный* и *мохноногий сычи*, иногда – *синица-московка*, однако типичные таежники *горностаи*, *трехпалый дятел*, *кедровка*, *снегирь*, *желтоголовый королек* и ряд других остаются севернее Оки. Из лесостепи вселяются – *заяц-русак*, *обыкновенный хомяк* и *серая куропатка*. Биоразнообразие амфибий и рептилий несколько шире южнотаежных – при общей перестройке в численности и распределении по биотопам. Становятся фоновыми *прыткая* и *живородящая ящерицы*, *уж* и *гадюка*. Редка *медянка*.

В настоящее время зооценозы широколиственного леса и природно-антропогенных участков (лесополосы, облесенные овраги, зарастающие с/х угодья и пр.) населяет комплекс млекопитающих, насчитывающий свыше 50 в. Из птиц только фоновых видов (плотность не менее особи на кв. км) насчитывают не менее 74. Общий список региональной орнитофауны – 270-276 вв., из них ок. 160 в. гнездящиеся.

3. Фауна позвоночных северной лесостепи

Перемещаясь из окрестностей Крапивны в р-н пос. Полибино (север Липецкой обл.), мы пересекаем границу лесной и лесостепной зон, условно проводимую по линии Венев-Болохово-Крапивна-Чернь. В окрестностях пос. Полибино доминируют открытые биотопы, изредка чередующиеся с древесной растительностью, преимущественно по долине р. Дон, а также по балкам. Естественные ландшафты Липецкой обл. подверглись еще большему изменению и в большинстве мест считаются антропогенными. Поля полностью заместили степные участки и вырубленные леса. Сельскохозяйственные ландшафты занимают до 81% территории области (местами – до 89%), пастбища и сенокосы – до 12%, вторичные леса – 7,6% (в основном по р. Воронеж). Среди последних преобладают сосновые – 40%, широколиственные – 40% и мелколиственные древостои (20%). Лесополосы занимают свыше 42 тыс. га (2,5% от с/х угодий). Земли поселений – св. 11%, значительна площадь горнопромышленных ландшафтов, промзон и дорог.

Фауна позвоночных северной лесостепи, – переходной полосы между лесной и степной зонами, – не представляет собой самостоятельного целого и состоит из пестрой смеси элементов северного лесного и южного степного происхождения. Считается, что именно здесь некоторые из них находят оптимум ландшафтно-климатических условий. Разнообразие видов, связанных с древесной растительностью, заметно снижается. Большинство позвоночных связано с надземным ярусом растительности и верхним почвенным слоем, в котором обитают многочисленные беспозвоночные. Это определяет своеобразие условий существования локальной фауны и ее распределение в пространстве. По островным лесам и пойменным древостоям сюда проникают некоторые бореальные виды. Считается, что лесостепь лишена видов, специфичных для нее, но некоторые достигают здесь высокой численности – *косуля*, *лисица*, *орел-карлик*, местами – *тетерев*. В прошлом этот список был

обширнее, а численность видов – выше, кроме того, ранее в лесостепь проникали крупные копытные, характерные всей степной зоне (*бизон, тур, благородный олень*). Обычны были и крупные хищные птицы (*беркут, несколько орлов, филин*), биоценотически связанные с животными-фитофагами, а также *глухарь, дрофа* и другие. Большинство из них исчезло в результате охоты и преобразования естественной среды, другие – сохранились локально на заповедных территориях. В настоящее время крупных зверей практически нет, хотя изредка встречается *лось* и *благородный олень*, обычны *косуля* и *кабан*, поддерживаемые в охотхозяйствах зимней подкормкой. Открытые пространства с кустарниками и лесополосами занимает *заяц-русак, обыкновенная лисица*, более редкий *барсук* (*беляк* практически исчезает, достигая южной границы ареала). Распространение *крота* ограничивается наличием дождевых червей, предпочитающих влажные почвы. Значительную долю населения открытых биотопов составляют мелкие грызуны – *обыкновенная полевка* и *полевая мышь*. Характерно, что грызуны-землерои, ранее широко распространенные по остепненным плакорным участкам, вследствие распашки последних встречаются сегодня спорадично и практически всем списком внесены в региональную Красную Книгу: *крапчатый суслик, степной сурок (байбак), большой тушканчик* (или *земляной заяц*), *обыкновенный слепыш, серый хомячок, обыкновенный хомяк* и *степная пеструшка*. В местах их поселений изредка встречается *светлый хорь*. Находки этих зверей в окрестностях Полибина маловероятны и могут быть случайны. В связи с кризисом сельского хозяйства в последние годы стала восстанавливаться численность *сурка-байбака* и *слепыша*, а мелкая специализированная *слепушонка*, вероятно, полностью исчезла из региональных биоценозов. Поймы, ручьи и сырые биотопы занимают *американская норка*, полностью вытеснившая *русскую, ондатра* и *енотовидная собака* – все три вида были акклиматизированы. Повсеместно распространена *водяная полевка*. В последние десятилетия нарастает численность *бобра*, «выскользнувшего» из-под охотничьего прессы.

Открытым участкам лесостепного ландшафта характерны зональные виды-индикаторы – *серая куропатка, золотистая щурка* и *садовая овсянка*. Главные черты лесостепной орнитофауны проявляются в т.н. «пограничном или опушечном эффекте», т.е. в преобладании мозаичных (*эктонных*) местообитаний промежуточного характера. Этим обусловлена высокая плотность и разнообразие «приопушечных» птиц. Здесь господствуют – *обыкновенная горлица, грач, сорока, обыкновенная пустельга, сорокопуд-жулан, лесной конек, садовая овсянка, славки* и другие. И хотя большинство из них распространяются далеко за пределы лесостепи и не входят в число чисто зональных видов, но именно в лесостепи они находят оптимум ландшафтно-климатических условий. К югу и к северу эти виды становятся более спорадичными, занимая интразональные биотопы. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются орнитоценозы лесных фрагментов, парков и

древостоев речных пойм, где встречаются дятлы (*большой пестрый, средний, зеленый и седоголовый*), певчие воробьиные – дрозды (*черный и рябинник*), иволга, мухоловки, синицы, славки и пеночки, дубонос и многие другие. К кустарникам и участкам высокотравья приурочены на гнездовании многочисленные – *сорокопут-жулан, ястребиная и серая славка, соловей, садовая камышевка, луговой чекан* и ряд других воробьиных. Наряду с привычным набором хищных птиц, адаптированных к антропогенным ландшафтам (*канюк, ястреба (тетеревятник и перепелятник), пустельга*), для лесостепи характерны *луговой лунь и орел-карлик*. На обнажениях карбонатных пород в бортах балок отмечается редкая *каменка-пласунья*, достигающая в этой части лесостепи северного предела своего распространения.

Из рептилий становится фоновым видом *прыткая ящерица*, приуроченная к открытым биотопам, и *обыкновенный уж*, чаще встречающийся в поймах и балках. Широко распространенная ранее *живородящая ящерица*, а так же *обыкновенная гадюка* становятся более редкими. В лесах отмечается *обыкновенная медянка* и *ломкая веретенница*, возле водоемов – *болотная черепаха*. Амфибии малочисленны и их набор снижается, их концентрация хорошо заметна у любых водотоков и стариц. Здесь могут быть встречены больше десятка видов – *обыкновенный тритон, зеленая жаба, остромордая лягушка*. Кроме того, в подходящих биотопах встречаются *чесночница Палласа, озерная лягушка*, редки – *краснобрюхая жерлянка, травяная лягушка* и *гребенчатый тритон* (последние два вида находятся здесь у южной границы ареала). По увлажненным местообитаниям изредка встречается *серая жаба*, внесенная в Красную Книгу Липецкой обл.

Природно-антропогенные и антропогенные ландшафты, занявшие к нашему времени большую часть северной лесостепи, характеризуются списком традиционно встречающихся видов (т.н. «синантропное ядро»), заселяющих подходящие местообитания с максимальной плотностью. Наиболее обычны растительноядные и всеядные птицы-синантропы – *серая ворона, сорока, сизый голубь и галка, домовый и полевой воробьи*, насекомоядные – *белая трясогузка, ласточки (касатка и воронок)*, распространившаяся в последние десятилетия *кольчатая горлица*, а также стандартный набор грызунов-синантропов (*серая крыса, домовая мышь, обыкновенная полевка*). К этим видам присоединяется такой интерзональный убиквист как *обыкновенный скворец*. Характерны для земледельческого ландшафта гнездовые скопления *грача*, формирующего именно в условиях лесостепи наиболее крупные гнездовые скопления. Длительно существующие колонии этого вида, как и колонии *серой цапли*, влияют на изменение качества почв и растительного покрова под ними. Кроме того, они способствуют размножению хищных птиц – *обыкновенной пустельги и ушастой совы*, биоценотически связанных с гнезδοстроителями-врановыми.

Всего в Липецкой обл. зарегистрировано 69 видов млекопитающих, отмечено гнездование 184 в. (возможно еще 10), по критерию плотности

населения (свыше 1 ос/км кв.) к «фоновым» относят до 64 в. Земноводные немногочисленны – 11 в., еще меньше рептилий – 8 в.

4. Фауна позвоночных южной лесостепи.

Пос. Хреновое (Воронежская обл.) расположен в южной части лесостепи, у границы со степной зоной. Это предопределяет некоторые особенности зональных сообществ животных, повсеместно подверженных определяющему влиянию деятельности человека. В целом фауна Воронежской обл. изучена лучше многих других регионов европейской России. Начиная с известных исследований Н.А. Северцова (1855), пристальное внимание этой территории уделяли многие зоологи, особенно после создания Воронежского заповедника.

В связи с глобальным преобразованием зональных ландшафтов уместно отметить значительные потери, понесенные местной фауной. Были истреблены многие крупные виды, характерные для этих сообществ и имевшие определяющее биоценотическое значение: *первобытный бык* или *тур* – предок серого скота (последний экземпляр убит в 17 веке), *лошадь-тарпан* (в 1768 г. Гмелин видел возле Боброва стадо из 6 особей, последняя застрелена в 1876 г. на Украине), *зубр* (возвращен в природу в 20 веке из зоопарков), *благородный олень* и *косуля* (оттеснены в широколиственные леса), *сайгак* (вытеснен в полупустыню), почти исчез *сурок-байбак*, оказывавший значительное влияние на состояние почв (сурчины достигали диаметра до 2 м, высоты 2/3 м, на гектар приходилось до 2-3 сотен), *крякчатый суслик* (выбрасывал до 20 куб. м на га), редкие ныне *дрофа* и *стрепет* (формировавшие в прошлом тысячные стаи), *малый журавль* или *красавка*, многочисленные хищные птицы (*стервятник*, *беркут*, *орел-могильник*, *степные* – *орел*, *лунь* и *пустельга*). Нишу растительноядных животных в современном ландшафте занял домашний скот. По расчетам, если собрать кости позвоночных, обитавших в этой природной зоне, их слой мог бы достичь толщины около 2 м. Таков исторический вклад позвоночных в формирование почв.

Зооценозы плакоров сегодня сильно обеднены распашкой и перевыпасом. Настоящих степных участков крайне мало – полосы целины по склонам балок и краям оврагов. Именно там держатся подлинно степные виды. Большинство роет норы и строит убежища (*сурки*, *суслики*, *тушканчики*), другие – ведут строго подземный образ жизни (*слепушонка*, *слепыш*); практически все впадают в длительную спячку. Большинству наземных животных характерны покровительственная окраска, хорошее зрение и способность к быстрому бегу. По обочинам дорог, выгонам и старым залежам можно обнаружить норы *большого тушканчика* (*земляного зайца*), ведущего ночной образ жизни. В подобных биотопах, а также в посевах селятся немногочисленные – *степные пеструшка* и *мышевка*, *мышь-малютка*. Почти исчезнувший *байбак*, последние поселения которого сохранялись в соседней Каменной степи, начал восстанавливать свою численность вдоль Дона и крупных притоков. По склонам балок, окраинам полей и лесов встречаются *малый* и ставший редким

крапчатый суслик. На увлажненных участках с развитой злаково-разнотравной растительностью обитает *слепыш*, осваивающий посевы и проникающий в разреженные леса. В местах концентрации мелких млекопитающих (особенно *малых сусликов*) появляется *светлый хорь*. Интерзональные виды – *кабан*, *лось*, *лисица* и некоторые другие встречаются в поймах, оврагах, лесополосах.

Уникальный Хреновской бор возник благодаря древним песчаным наносам р. Битюг, на которых произрастают сосняки с участием дуба, черной ольхи и кустарников. На удалении от поймы разнообразие и плотность населения позвоночных заметно снижается и фауна приобретает черты, свойственные широколиственному лесу. Здесь доминируют птицы-древотазы и кронники: *большой пестрый*, *средний* и *зеленый дятлы*, *вертишейка*, реже – *желна*, *иволга*, *поползень*, *обыкновенная пищуха*, многочисленные *мухоловки* (*серая*, *малая*, *белошейка* и *пеструшка*), *синицы* – *большая*, *лазоревка* и *буроголовая гаичка*, иногда – *московка* и *гренадерка*, *обыкновенная горихвостка*, *дубонос* и другие, токует *обыкновенная горлица*. В нижнем ярусе кормятся и гнездятся несколько видов *дроздовых* (*черный*, *белобровик*, *певчий* и *деряба*), *зарянка*, *зяблик*, *зеленушка*, *пересмешка*, несколько видов *пеночек*. Группировки птиц привлекают *ястреба-тетеревятника*, *кукушку* и *сойку*, разоряющую кладки и выводки. В высокоствольных участках бора гнездятся редкие *орлы-могильники*. В ночные часы можно услышать трель *козодоя*, переключку *серых неясытей*, по заброшенным сельхозугодьям встречается *болотная сова*.

Измененные ландшафты (поселения человека, фермы, конезавод, сады, посевы) служат экологической нишей для стандартного набора животных-синантропов. Высокая продуктивность садов, огородов и с/х культур в сочетании с древостоями привлекает не только синантропов – в измененные ландшафты «перетекают» некоторые виды открытого ландшафта – *серый хомячек*, *обыкновенный хомяк* и обитатели лесов – *каменная куница*, *лесной хорь*, *еж обыкновенный*, *лесная соня*. Население пахотных угодий представляет сильно обедненную степную фауну.

В настоящее время на территории Воронежской обл. насчитывают до 70 видов млекопитающих, до 290 в. птиц, по 10 в. рептилий и амфибий.

5. Фауна позвоночных сухой степи

Окрестности ст. **Качалинской** (Волгоградская обл.) по ландшафтно-типологическому районированию находятся на стыке степного и пустынно-степного ландшафтных районов, к которым примыкает террасовый аллювиально-перегляциальный песчаный район речной долины р. Дон.

Степная фауна существенно отличается от ранее описанных, имея общность с пустынно-полупустынной – обе формировались под влиянием сходных факторов (сверхоптимальных температур и дефицита влаги). У большинства грызунов и тушканчиков выработались приспособления к норному и подземному образу жизни – спячка, редукция глаз, приспособления к рытью земли. Землерои формируют экологическую нишу для птиц, рептилий,

амфибий, насекомых. Наземные животные имеют покровительственную окраску, способность к быстрому бегу и к групповому образу жизни (стайность, стадность). Неравномерное распределение почв и растительности предопределяют состав локальной фауны. Широкий спектр экологических ниш и разнообразие местообитаний (от болотных до полупустынных) благоприятствует существованию животных с разными типами ареалов и экологическими требованиями. Комплекс млекопитающих включает специализированных роющих грызунов и связанных с ними зональных хищников; большинство видов птиц сформировалось в открытых ландшафтах; список пресмыкающихся возрастает практически вдвое.

Сохранившиеся участки степей обычно заселены грызунами (до 32 в.), среди которых наиболее заметна экологическая группа землероев. Большинство из них зонального происхождения: *малый суслик* – до 100 ос/га, менее распространенный *крапчатый суслик*, *большой тушканчик* (целинная степь, склоны балок), мелкие *тарбаганчик* (глинистые участки и солонцы), эвритопный *емуранчик*, растительоядная *слепушонка* (степь, опушки, огороды), *степная пеструшка* (пашни, залежи обочины дорог), *слепыш* (сенокосно-пастбищные угодья и лесополосы), малочисленные *степная мышовка*, (вне сырых мест), *серый хомячок*, редкая *полуденная песчанка* (закрепленные пески, возвышения). Повсеместно распространены *домовая* и *полевая мыши*, *общественная полевка*, *серая крыса*. В местах концентрации массовых грызунов появляются хищники – *светлый* или *степной хорь*, *степной волк*, *краснокнижная перевязка* (на степных и полупустынных участках). Здесь же встречаются дневные хищные птицы (*кобчик*, *пустельга обыкновенная*, *чёрный коршун*, немногочисленный *курганник* и др.). Игравший существенную роль в биоценозах степи *байбак* в наше время практически истреблен. Типичными обитателями степи являются *жаворонки* (*полевой*, *степной*, *хохлатый*), *серая куропатка* и *перепел*, а так же внесенные в региональную Красную Книгу *степной орел*, *степной лунь*, *степная пустельга*, *дрофа*, *журавль-красавка* и *стрепет*. По краям обрывов и на крутых склонах могут гнездиться *филин*, *утка-пеганка*, редкий *огарь*, *золотистая* и *зеленая щурки*, одиночные *сизоворонки*, *скворец*, *чёрный стриж*, иногда – *береговая ласточка*. Глинистые склоны балок южной экспозиции с соответствующими полынными ассоциациями служат аналогом биотопов полупустыни, где встречается большинство видов зонального происхождения – *тушканчики*, *песчанки*, *еж ушастый*, *рептилии*, чаще встречаются *корсак*, *перевязка* и даже *сайгак*.

«Синантропное ядро» включает обычный набор видов, к которым присоединяются *слепушонка*, в отдельные сезоны многочисленная и вредящая огородным и бахчевым культурам, а также *каменная куница* и *ласка*. В садах и на одиночных деревьях селится *курганник* и распространившаяся относительно недавно *кольчатая горлица*, у околиц – *хохлатый жаворонок*, *серая славка* и *каменка-плясунья*, в кошарах – *домовый сыч*, *удод*, *деревенская ласточка*, *полевой воробей*.

Собственно зональными считаются несколько видов рептилий – *быстрая и разноцветная ящурки, узорчатый полоз*, повсеместная, хотя и редкая, *степная гадюка*. Система прудов и каналов обеспечивает существование *озерной лягушки, краснобрюхой жерлянки и болотной черепахи*, поддерживает численность *зеленой и обыкновенной жаб*, а также их хищника – *обыкновенного ужа*.

Всего региональная фауна включает до 80 в. зверей, до 300 в. птиц, около 15 в. пресмыкающихся и всего 8 в. земноводных.

Полевые практические задачи

I. Экология почв

Экологическое состояние почв – комплекс почвенных свойств, определяющий степень их соответствия природно-климатическим условиям почвообразования и пригодности для устойчивого функционирования естественных и антропогенных экосистем. Почвы обладают естественным природным разнообразием, являются универсальным индикатором состояния окружающей природной среды. Для оценки экологического состояния почв используются их физические, физико-химические, химические, агрохимические и биологические свойства, приоритетные для поддержания устойчивого функционирования естественных и антропогенных экосистем, включая их биологические компоненты, в том числе, - человека. Неотъемлемый компонент структуры наземных экосистем (БГЦ) - почва - выполняет множество экологических функций, обеспечивающих жизнь обитающих в почве и на почве растительных и животных организмов. Это и дает право называть почву полифункциональной природной системой.

Экологические функции естественных почв определяются тремя группами их свойств: физическими (плотность, порозность, удельная поверхность, водопроницаемость), химическими (химический состав почв, ила, физико-химические свойства, pH, сумма и состав обменных катионов, количество доступных для растений питательных веществ) и биологическими (общим количеством действующей биоты, связанной с биотой скоростью трансформации органического вещества, детрита, гумуса). Плотность почв, степень обводнения почвенных пор, доступность почвенной воды растениям и микроорганизмам, тепловой режим почв – определяют возможность существования тех или иных растений, педофауны, микроорганизмов. В меньшей степени влияет химический состав почв, концентрация растворимых солей, состав обменных катионов, кислотность почв, содержание и состав гумуса и т.п. Почвенный покров или педосфера, как глобальная природная оболочка суши, оказывает воздействие на другие природные геосферы, такие, как атмосфера, гидросфера, литосфера. Литосфера, перекрытая почвой, не остается неизменной и подвергается процессам разрушения, выветривания, преобразования, включая процесс, который можно назвать педолизом: это – разрушение горной породы под воздействием почвенных процессов (аналогично гидролизу – разрушению под действием воды). В отношении гидросферы Земли почвенный покров выступает в качестве фильтра - преобразователя состава атмосферных осадков, формируя химический состав почвенно-грунтовых вод и речного стока в Мировой океан. Тем самым, почвенный покров суши влияет на химический состав океана, а значит, и на его биоту. Выделение почвой диоксида углерода, метана и других газов ("дыхание почвы") оказывает существенное влияние на состав атмосферного воздуха, особенно приземных его слоев. Газовые функции почв

привлекают все большее внимание ученых в связи с "парниковым" эффектом, угрожающим общим потеплением климата Земли.

Задача 1. Оценка экологического состояния почв

Цели и задачи

Цель работы – оценка свойств почв естественных экосистем в зависимости от экологических факторов. В задачи работы входит определение некоторых свойств почв (рН, засоленность, влажность, плотность, биологическая активность) и их варьирование в зависимости от изменения факторов окружающей среды.

Кислотность почвы – важный экологический фактор, определяющий условия жизнедеятельности почвенных организмов и высших растений, а также аккумуляцию и подвижность загрязнителей в почве (в первую очередь металлов). Кислотность рассматривают, как способность почвы проявлять свойства кислот, или доноров протонов. Кислотно-основные свойства почв характеризуют специфическим набором показателей. Универсальным показателем, который определяют во всех почвах независимо от их свойств и используют при решении практически любых задач, является рН. Величина рН позволяет дать сравнительную оценку активности H^+ и OH^- -ионов в жидких фазах исследуемых почвенных систем — реальных почв, паст, суспензий. Эта оценка важна, поскольку любая флора и фауна существует в определенном интервале рН. При высоких уровнях кислотности или щелочности угнетается рост и развитие многих сельскохозяйственных культур, подавляется жизнедеятельность микроорганизмов. Кислотность почвы определяют, измеряя величину рН водной или солевой вытяжки. В зависимости от величины рН почва может быть кислой, нейтральной или щелочной:

- рН=4 и менее – сильнокислая;
- рН=5 – кислая;
- рН=6 – слабокислая;
- рН=7 – нейтральная;
- рН=8 и более – щелочная.

Засоленность почвы характеризуется повышенным содержанием легкорастворимых минеральных солей (имеющих растворимость в воде более 2,5 г/л), что неблагоприятно сказывается на физических и химических свойствах почвы и создает неблагоприятные условия для развития и роста многих растений. Сильнозасоленные почвы обычно непригодны для выращивания сельскохозяйственных культур. У растений, произрастающих на засоленных почвах, задерживаются набухание семян, цветение, рост, снижается урожайность. При больших концентрациях солей наступает гибель растений. Наиболее вредное влияние оказывают карбонаты, хлориды и сульфаты натрия и калия. Почти четвертая часть почв всего земного шара засолена в той или иной мере. В областях с гумидным климатом засоление почв легкорастворимыми

солями происходит в исключительных случаях, например там, где почва увлажняется грунтовыми водами, богатыми солями (побережья морей). Но в жарком, аридном, климате, где осадков недостаточно, чтобы отмыть почву, и преобладает испарение, вызывающее восходящий ток воды, богатый солями (сульфаты, карбонаты, хлориды Na, Mg, и др. (в основном бикарбонаты, хлориды и сульфаты кальция, магния, калия и натрия), засоление - обычное явление, поэтому засоленные почвы особенно широко распространены в южных степях и пустынях. Если почва засолена только хлоридами и сульфатами, то реакция почвенного раствора таких почв близка к нейтральной; при содовом засолении значение pH почвенного раствора может достигать 9—11. Оценивают засоленность по величине электропроводности.

Классификация почв по степени засоленности

Электропроводность, мСм/см (ms)	Характеристика почв
2 - 8	слабозасоленные
8 - 15	среднезасоленные
> 15	сильнозасоленные

Биологическая активность почв – суммарная активность биоты разных групп и биохимических процессов, обусловленных наличием в почве определенного запаса ферментов, выделенных прижизненно в результате деятельности растений и микроорганизмов, а также аккумулированных почвой после разрушения клеток. Биологическая активность почв характеризует масштабы и направление процессов превращения веществ и энергии в природных экосистемах суши, интенсивность переработки органических остатков и разрушения минералов.

Интегральным показателем биологической активности является процесс выделения CO₂ и потребления кислорода почвой и носит название почвенного дыхания. Дыхание почвы есть одна из наиважнейших функций почвы. Происходящая в ней минерализация органических веществ обеспечивает растения углекислым газом. Фотосинтез не мог бы осуществляться в тех широких масштабах на Земле, если бы почвы не являлись продуцентами CO₂. Продукция CO₂ в почве - в значительной степени интегральный показатель, включающий в себя дыхание корней растений и почвенных организмов (бактерий, грибов, почвенных животных). Основной вклад в продукцию CO₂ (более 90%) вносят деятельность микроорганизмов и корни растений. Соотношение же дыхания корней и почвенных микроорганизмов может изменяться в широких пределах в зависимости от климатических условий, типов ценозов и типов почв.

Продукция CO₂ весьма динамичный показатель и значительно варьирует как в течение суток, так и по различным сезонам, что определяется в основном температурой и влажностью почв, а также количеством и качеством

органического субстрата (растительные остатки, опад, органические удобрения, корневые выделения, количество и состав гумусовых веществ и пр.). Динамика почвенного дыхания зависит от типа экосистемы и биоклиматического пояса, определяющих в свою очередь биологическую активность и термодинамические условия протекания процесса и составляет величины порядка $n(10-1000)\text{мг/м}^2\text{час}$.

Объекты исследования

- 1) Зональные почвы
- 2) Аллювиальные почвы (Чашниково, Тульские засеки, Качалино)
- 3) Солонцовый комплекс (Хреновое)
- 4) Комплекс каштановых почв и солонцов (Качалино)
- 5) Болотно-подзолистые и болотные почвы (Чашниково)

Материалы и оборудование

- 1) Почвенный бур, лопата;
- 2) Термохроны, запрограммированные на измерение температуры 6-8 раз в сутки;
- 3) Влагомеры;
- 4) Оборудование для измерения продуцирования CO_2 ;
- 5) Оборудование для измерения кислотности и электропроводности почв.
- 6) Плотномеры

Методика

В качестве объекта исследования для проведения данной задачи наиболее наглядно выбрать комплекс почв, в котором четко прослеживается изменение одного или нескольких факторов: мезорельеф, растительность, условия увлажнения и т.д. Представляет интерес выполнение сквозных задач с привлечением данных по зональным почвам. Данная задача является комплексной, поэтому целесообразно разбить учебную бригаду на подгруппы (2-3 человека). На первом этапе производят морфологическое описание почв, определяют их классификационное положение. Затем по горизонтам (или по разным глубинам) определяются возможные химические (рН, засоленность), физические (плотность, влажность) и биологические показатели почв (эмиссия, продукция углекислого газа). Все измерения рекомендуется проводить в 3-5 кратной повторности. Одновременно с определением свойств почв необходимо определить варьирование факторов среды (температура, влажность, освещенность и др.), описать растительность.

1.1. Температурный режим почв

Исследования по данной задаче включают либо изучение суточного температурного хода в почве с помощью датчиков «Термохрон», либо разовые

профильные замеры температуры почвенных горизонтов при выкапывании/составлении описания почвы.

- 1) Программирование датчиков: шаг измерений 3-4 часа, синхронный запуск датчиков.
- 2) Заложить датчики на глубины: 0 см, 10 см, 20 см, 30 см (или по горизонтам) и в атмосфере ($h=1\text{ м}$).
- 3) Через несколько суток извлечь датчики и снять информацию.
- 4) Обработать данные, построить графики в программе Exell.

1.2. Влажность горизонтов почвы

- 1) С помощью влагомера производят замеры влажности горизонтов почв в 3-5-ти кратной повторности.
- 2) Обработать результаты, полученные для разных почв.

1.3. Плотность горизонтов почв

- 1) С помощью пенетromетра (плотномера) производят замеры плотности горизонтов почв в 3-5-ти кратной повторности.
- 2) Обработать результаты, полученные для разных почв.

1.4. Определение кислотности и засоленности почв

- 1) С помощью рН-метра/кондуктометра проводят измерение кислотности и электропроводности почвенных суспензий горизонтов различных почв (порядок работы смотрите в главе «Оборудование для изучения кислотности и электропроводности»).
- 2) Обработать результаты, полученные для разных почв.

1.5. Эмиссия CO_2 с поверхности почв. Суточная динамика эмиссии CO_2 .

- 1) Задача выполняется методом закрытых камер. Измерения проводят в 2-3 кратной повторности, по возможности в одно и то же время (порядок работы смотрите в главе «Оборудование для измерения концентраций газов (CO_2)»).
- 2) Для оценки суточной динамики рекомендуется проводить измерения 3-4 раза в сутки: утром, днем, вечером и ночью.
- 3) Обработать результаты, полученные на разных площадках. Для обработки результатов используется формула, приведенная в методическом разделе. При обработке данных по суточной динамике биологической активности почв строится график в координатах: время – эмиссия, $\text{мг CO}_2/\text{м}^2\text{час}$.

Обсуждение результатов

Все полученные данные заносят в таблицу. Полученные данные исследования почв удобно представлять в виде графиков. На камеральном этапе данные, полученные минибригадами, объединяются, проводится миниконференция с обобщением и обсуждением результатов. Каковы основные морфологические, физические и химические особенности зональных почв? Как

меняются различные свойства почв по профилю и с чем это связано? Как меняются различные свойства почв при движении на юг и с чем это связано? Как влияют факторы окружающей среды на свойства почв? Приведите примеры. И т.д.

Примерная таблица записи результатов экологического исследования почв

Ландшафт	Почва	Горизонт (глубина)	Температура, °С	Влажность, %	Плотность, кПа	pH _{H2O}	Электропроводность, мСм (ms)
...							

II. Экология лесных экосистем.

Задача 1. Оценка состояния лесных насаждений

Лес, как один из основных компонентов растительного покрова, играет важную роль в биосфере. Большая площадь нашей страны покрыта лесами, которые используются с древних времен как источник пищи – грибов, ягод, дичи, источник дров и древесины на строительство и многие другие нужды, велика роль лесов и в наше время. Сведение лесов, особенно на больших территориях, приводит к нарушениям гидрологического режима, к уменьшению встречаемости типичных лесных видов растений и животных, нарушению углеродного баланса и к другим последствиям. В связи с этим важно рациональное ведение лесного хозяйства, в том числе оценка количества и качества древесины, которую возможно получить, выращивая лес в данной местности; возможности проведения рубок, способности леса к восстановлению, экономической выгоды выращивания леса на данной территории. На основе многолетних исследований разработаны методы лесной таксации (оценки количества и качества древесины) и составлены таблицы, по которым, зная, например, состав пород деревьев, их возраст, высоту и толщину ствола – характеристики, которые можно получить в процессе полевых исследований, рассчитывают запасы древесины в данном лесу.

Цели и задачи

Цель работы – характеристика лесного фитоценоза и знакомство с основными понятиями лесной таксации. В задачи работы входит геоботаническое описание лесного фитоценоза и оценка бонитета, абсолютной и относительной полноты древостоя, запасов древесины.

Объекты исследования

В качестве объектов исследования можно выбрать следующие лесные массивы:

- 1) Елово-широколиственный или смешанный лес в окрестностях стационара Чашниково;
- 2) Широколиственный лес на стоянке «Тульские засеки»;
- 3) Балочные леса в лесостепной зоне (стоянка Полибино);
- 4) Сосновый бор у пос. Хреновое.

Материалы и оборудование

- 1) колышки и веревка для разбивки площадок;
- 2) рулетки, сантиметровые ленты;
- 3) высотомеры, буры для определения возраста деревьев;
- 4) гербарная папка и бумага, копалка;
- 5) бланки для лесных геоботанических описаний (по количеству подгрупп);
- 6) бланк для сводной характеристики древостоя (Бланк **ГБ1**, см. приложение)

Методика

Геоботаническое описание лесного фитоценоза

Для характеристики основных особенностей лесного фитоценоза служат геоботанические описания. Пробные площади выбирают на типичном, более или менее однородном участке леса, а размер площади описания в составляет от 400 до 1000 м². Во время работы бригада студентов разбивается на 4 подгруппы. Все вместе закладывают трансекту шириной 10 м и длиной 40 м, которая разбивается на 4 площадки размером 100 м² для описания каждой подгруппой. Такая организация учебной задачи позволяет, во-первых, провести достаточно подробное геоботаническое описание в условиях ограниченного времени, с другой стороны, суммировать результаты внутри группы по большей площади.

Перед началом описания в бланке необходимо заполнить следующие разделы:

- 1) Размер пробной площади;
- 2) Географическое положение (область, район, направление и расстояние до ближайшего населенного пункта, транспортного сооружения или обозначенного на карте физико-географического объекта, географические координаты GPS).
- 3) Общий характер рельефа (форма макрорельефа); положение пробной площади в рельефе (например, склон второй надпойменной террасы); микрорельеф (кочки, западины, приствольные повышения и т.д.).
- 4) Название почвы, если рядом описан почвенный разрез.
- 5) Прочие особенности. В этой графе отмечают все явления, которые характеризуют «индивидуальность» исследуемой площадки, например, наличие

и число стволов сухостоя, следы недавнего пожара, число и наличие ВПК – ветровально-почвенных комплексов, крупные муравейники, порои кабанов, следы деятельности человека – мусор, спиленные деревья, кострища, тропы и т.д.

Характеристика древесного яруса

Для каждого дерева, расположенного на пробной площади, определяют породу, окружность ствола на высоте 1,3 м, высоту. Возраст рассчитывают только для одного (самого старого) дерева каждой породы на всей пробной площади.

Для древесного яруса в целом определяют сомкнутость крон – отношение площади проекции крон, ограниченную их внешними контурами, без учета имеющихся внутри крон просветов к площади древостоя. При сомкнутом древостое просветов в пологе мало, а при разреженном – много. В целом, эта величина дает довольно грубую оценку освещенности в нижнем ярусе. Выражается сомкнутость крон в десятых долях единицы: так, если площадь проекции крон на небо составляет 40%, то сомкнутость будет 0,4. Так как оценка сомкнутости зависит от положения на пробной площади – под кроной большого дерева или в просвете полога между деревьями, то для каждого описания необходимо оценить сомкнутость как минимум в пяти точках на участке описания.

Характеристика подроста и подлеска

Подрост – молодые деревья старше одного года, высота которых не превышает половины высоты верхнего яруса (иногда к подросту относят деревья с окружностью ствола менее 16 см). Подлесок состоит из кустарников, иногда в него включают те древесные породы, которые в силу характера лесорастительных условий не могут выйти в верхний ярус.

Для каждого вида растений подроста и подлеска определяют общее проективное покрытие и численность по классам высот (до 10 см, от 10 до 50 см, от 50 до 100 см, более 100 см), а для кустарников также фенофазу.

Характеристика травяно-кустарничкового яруса

Для травяно-кустарничкового яруса в целом оценивают общее проективное покрытие и указывают аспектирующие виды – виды, которые в цветущем состоянии обуславливают окраску фитоценоза. Например, на территории Тульских засек в начале июня, во время стоянки зональной практики, на некоторых участках широколиственного леса аспектирует черемша, *Allium ursinum* L.

Для каждого вида также определяют проективное покрытие или обилие по шкале Браун-Бланке и фенофазу. Неизвестные растения закладывают в гербарий для последующего определения в камеральных условиях.

Шкала обилия-покрытия (Ж. Браун-Бланке)

г	очень редко, единичные экземпляры, до 0,1%
+	до 1%
1	от 1 до 5 %
2	от 6 до 25%
3	от 26 до 50%
4	от 51 до 75%
5	от 76 до 100%

Фенофазы

– растение только вегетирует
бутонизация
⊃ зацветание (появление первых цветков)
О полное цветение
⊂ отцветание
+ начало созревания плодов / семян
рассеивание зрелых семян
~ вегетация после цветения / плодоношения

Характеристика мохово-лишайникового яруса

Для мохово-лишайникового яруса указывают общее проективное покрытие, мощность (толщину покрова в см), особенности размещения (у оснований стволов, на поваленных деревьях, на почве). Если для целей исследования необходимо знать полный видовой состав мохообразных и лишайников на площадке, образцы этих растений закладывают в гербарий с указанием на этикетке проективного покрытия и размещения (на почве, в основаниях стволов деревьев, на пнях и т.д.).

Мертвый покров

Мертвый покров включает в себя неразложившийся опад (листья) и валежник (ветки деревьев и кустарников). Оценивают его проективное покрытие и мощность, состав, а также степень разложения.

Обработка результатов:

Формула состава древостоя

Формула состава древостоя отражает соотношение деревьев разных пород в составе древесного яруса в расчете на 10 стволов. Она может рассчитываться исходя из числа деревьев на пробном участке, однако, так как деревья разных пород могут быть на участке разного размера, то более точная оценка получается при расчете исходя из площади поперечных сечений.

Чтобы записать формулу состава древостоя, нужно:

- 1) рассчитать для каждого дерева в геоботаническом описании площадь поперечного сечения ствола: $S = \pi(l/2\pi)^2$, где S – площадь поперечного сечения, l – длина окружности на высоте 1,3 м, $\pi = 3,14$
- 2) рассчитать сумму площадей поперечных сечений $S_{\text{вид1}}$ отдельно для каждой породы дерева (суммировать по всей трансекте);
- 3) рассчитать сумму площадей поперечных сечений для всех деревьев на пробной площади $S_{\text{общ}} = S_{\text{вид1}} + S_{\text{вид2}} + \dots$, эта величина принимается за 100%;
- 4) вычислить долю каждой породы в древостое $D_{\text{вид1}} = S_{\text{вид1}} / S_{\text{общ}} \times 100\%$;
- 5) составить формулу состава древостоя в расчете на 10 стволов. Названия основных пород принято указывать по первым буквам их русских названий,

например: Л – липа мелколистная, Д – дуб черешчатый, Ос – осина, К – клен и т.д. Если для какой-либо породы доля суммы площадей поперечных сечений окажется меньше 10%, то эта порода присоединяется к формуле со знаком «+». Так, формула состава древостоя, состоящего только из сосны, записывается как **10С**, а древостоя, в котором 76% приходится на долю липы (Л), 21% на долю дуба (Д) и 3% на долю вяза (В), будет выглядеть так: **8Л12Д+В**.

Бонитет

Бонитет – показатель продуктивности лесов определенной породы. Он характеризует лесорастительные условия, показывает, насколько данное местообитание по своим почвенно-климатическим условиям благоприятно для произрастания леса. Выделяют 5 основных классов бонитета и два дополнительных.

I класс бонитета характеризует лучшие почвы с древостоями, дающими наибольшее количество древесины. В пределах I класса выделяют дополнительный класс Ia – самые лучшие лесорастительные условия с наивысшей продуктивностью древостоя. К V классу относятся наименее продуктивные насаждения, произрастающие в неблагоприятных условиях; а к классу Va – крайне угнетенные сообщества на заболоченных почвах.

Бонитет можно определить по специальным таблицам, зная возраст и высоту деревьев. Если лес разновозрастный, то бонитет определяют по старшим деревьям, даже если их участие в древесном ярусе меньше.

Определение бонитета

- 1) рассчитать средний возраст и среднюю высоту насаждения (по основной породе);
- 2) определить бонитет по шкале М.М. Орлова (1931), учитывая происхождение насаждения – семенное или порослевое;
- 3) определить бонитет по системной шкале ВНИИЛМ.

Полнота древостоя

Оценка полноты древостоя часто применяется в лесоводстве, особенно при проектировании рубок, уходе за древостоем. Она показывает, насколько полно занято деревьями пространство, где они произрастают. В пределах одного и того же класса бонитета, древостои с одинаковым составом пород и возрастом могут различаться по полноте. Насаждения с полнотой 1,0-0,8 называются высокополнотными, 0,7-0,6 – среднеполнотными, 0,5-0,4 – низкополнотными и 0,3-0,1 – рединами.

1) рассчитать сумму площадей поперечных сечений стволов для каждой породы деревьев отдельно. Перевести в $\text{м}^2/\text{га}$ (1 га = 10000 м^2). Полученная величина будет характеризовать *абсолютную полноту древостоя*.

2) определить *относительную (таксационную) полноту древостоя*:

- найти в таблице эталонную сумму площадей поперечных сечений при полноте 1,0 для данной высоты, для каждой породы отдельно;
- разделить рассчитанную для описываемого сообщества сумму площадей поперечных сечений (для деревьев одной породы!) на эталонную. Полученная величина (от 0,1 до 1,0) будет характеризовать относительную полноту древостоя для данной породы. В некоторых случаях наблюдаемая в природе полнота древостоя может и превышать 1.
- суммировать значения относительной полноты древостоя по разным породам, представленным в описании.

Запас насаждения (дес. м³/га)

- 1) Найти значение запаса для соответствующей полноты и высоты (табл. 14; отдельно для разных пород);
- 2) суммировать запас по породам.

Задача 2. Влияние леса на климатические параметры окружающей среды

Лесная растительность — отражение и продукт среды. Вместе с тем древесная растительность оказывает большое влияние на окружающую среду: уменьшает температурные колебания воздуха, воздействует на интенсивность освещения, на силу и направление ветра, оказывает большое влияние на влажность почвенного покрова. Испарение под пологом леса понижено по сравнению с открытыми участками, в связи с чем, наблюдается относительно высокая влажность верхних почвенных горизонтов. Лес — мощный испаритель воды и нередко значительно понижает уровень почвенно-грунтовых вод. Степень воздействия леса на почву и элементы климата зависит от размера площади, занимаемой лесом, от густоты стояния деревьев, биологических и экологических особенностей лесообразующих пород.

Цели и задачи

Цель работы — оценка влияния леса на микроклиматические параметры среды и состояние почвы. В задачи работы входит сравнение температурного режима почвы и воздуха, режима освещенности, влажности воздуха и почвы и других параметров среды в зависимости от имеющейся приборной базы в лесном массиве и на открытом пространстве.

Объекты исследования

В качестве объектов исследования можно выбрать следующие лесные массивы:

- 1) Елово-широколиственный или смешанный лес в окрестностях стационара Чашниково;
- 2) Широколиственный лес на стоянке «Тульские засеки»;
- 3) парк усадьбы Нечаевых (Полибино);
- 4) балочные леса в лесостепной зоне (стоянка Полибино);

5) сосновый бор у поселка Хреновое.

Материалы и оборудование

- 1) Термодатчики, запрограммированные на измерение температуры 6-8 раз в сутки;
- 2) Люксометр;
- 3) Влагомер;
- 4) Оборудование для проведения исследований продукции CO₂;
- 5) Ноутбук (возможен один на все бригады) с программным обеспечением для обработки данных с термодатчиков;
- 6) Почвенный бур и лопата;
- 7) Портативная метеостанция для измерения температуры и влажности воздуха, силы и направления ветра, количества осадков.
- 8) Веревка («волчатник») и маркеры для фиксации места заложения площадок и датчиков.

Методика

Для выполнения данной комплексной задачи рекомендуется разбиение бригады на подгруппы (по 2-3 человека) для выполнения частных задач с последующим объединением результатов исследований. Для проведения исследований рекомендуется выбрать и огородить две площадки 1,5×1,5м (под пологом леса и на открытом пространстве – поляна, поле, опушка и т.д.), внутри которых проводить измерения в необходимой повторности.

2.1. Суточный температурный режим почв и воздуха

Исследования по данной задаче включают следующие этапы:

- 1) Программирование датчиков: шаг измерений 3-4 часа, синхронный запуск датчиков.
- 2) Заложить датчики на глубины: 0см, 10 см, 20 см, 30см и в атмосфере (h=1м).
- 3) Через несколько суток извлечь датчики и снять информацию.
- 4) Обработать данные, построить графики в программе Exell.

2.2. Влажность верхних горизонтов почвы

- 1) С помощью влагомера производят замеры влажности верхних горизонтов почв обеих площадок в 5-ти кратной повторности в одно и то же время несколько раз в сутки.
- 2) Обработать результаты, полученные на разных площадках.

2.3. Эмиссия CO₂ с поверхности почв. Суточная динамика эмиссии CO₂

- 1) Задача выполняется методом закрытых камер. Измерения проводят в 2-3 кратной повторности в одно и то же время на обеих площадках.
- 2) Для оценки суточной динамики рекомендуется проводить измерения 3-4 раза в сутки: утром, днем, вечером и ночью.

- 3) Обработать результаты, полученные на разных площадках. Для обработки результатов используется формула, приведенная в методическом разделе. При обработке данных по суточной динамике биологической активности почв строится график в координатах: время суток – эмиссия, мг CO₂/м²час.

2.4. Климатические параметры среды: освещенности, относительной влажности воздуха, скорости и направления ветра, количества осадков

- 1) Задача выполняется с помощью портативных метеостанций одновременно на обеих площадках в течение всего времени пребывания на стоянке .
- 2) Обработать результаты, полученные на разных площадках.

Обсуждение результатов

На заключительном камеральном занятии на каждой стоянке проводится конференция с обсуждением и обобщением результатов, полученных минибригадами. Как влияет лес на климатические параметры среды? Каково и в чем отличие суточных режимов температуры, влажности и эмиссии в лесу и на открытых участках? Оцените корреляцию изученных параметров. Существует ли взаимосвязь эмиссии CO₂ (биологической активности почв) и величины температуры и влажности? Сравните закономерности колебаний температуры в почве по глубинам и атмосфере. Произведите оценку глубины затухания волн Фурье и шага запаздывания (сдвига максимумов).

Задача 3. Влияние крупных колоний птиц на состояние почвенного и растительного покровов

Наиболее старая и обширная из обследованных колоний серых цапель (*Ardea cinerea*) находится в Тульской области и занимает участок дубравы «Тульские засеки», примерно в 150 м от русла реки Упы, на пологом склоне восточной экспозиции напротив села Ярцево (квартал 124). Это поселение было обнаружено Г.Н.Лихачевым. Весной 1940 года он впервые отметил гнездование 3 пар цапель. Весной 1943 года колония состояла уже из 20 пар. В 1944 численность цапель возросла до 25-30 пар. В последующие годы число гнездящихся пар, по наблюдениям Г.Н.Лихачева сильно сократилось. К 2002 году площадь колонии составляет около 0,9 га, число деревьев, занятых гнездами – 117 (исследования А.А.Недосекина). Участок, занятый колонией, имеет овальные очертания и вытянут с севера на юг. Большинство гнезд в колонии построено на дубах и липах. Максимальное число гнезд на одном дереве – 9 (таких деревьев 2), минимальное – 1 (таких 40).

Колония существует благодаря наличию бывшего рыбопродуктового пруда на притоке р. Упы, где цапли имеют возможность гарантированно вылавливать мелкую рыбу. Постоянный приток органического вещества в виде помета, полупереваренных рыб, яичной скорлупы и гнездовой подстилки привели к угнетению, «выжиганию» наземной растительности на всей территории колонии.

Цели и задачи

Цель работы – оценка влияния крупной колонии птиц на свойства верхних горизонтов почв и состояние наземной растительности. В задачи работы входит измерение ряда почвенных показателей в зависимости от имеющейся приборной базы (влажности, кислотности, биологической активности и т.д.) непосредственно в зоне влияния колонии птиц и на фоновом участке; сравнение полученных данных и заключение.

Объекты исследования

- 1) Колония цапель (Тульские записи, Хреновое);
- 2) Колония грачей (Полибино).

Материалы и оборудование

- 1) Бинокль
- 2) Лопата (почвенный бур) для взятия образцов верхних горизонтов почв;
- 3) Влагомеры;
- 4) Термодатчики;
- 5) Оборудование для проведения измерений кислотности почв;
- 6) Оборудование для измерения продукции CO_2 ;
- 7) Одноразовые защитные перчатки.

Методика

Для выполнения данной комплексной задачи рекомендуется разбиение бригады на подбригады (4 по 2-3 человека) для выполнения частных задач с последующим объединением результатов исследований. Перед началом исследований рекомендуется описать колонию цапель: приблизительно оценить количество функционирующих и заброшенных гнезд, оценить среднее количество птенцов на гнездо, оценить общую численность популяции и т.д. Для проведения всех исследований рекомендуется выбрать 3-4 участка: с максимальной нарушенностью наземного растительного покрова, фоновый – ненарушенный и 1-2 промежуточных. Затем описать соответствующие участки с визуальной оценкой проективного покрытия, количества и качества продуктов жизнедеятельности птиц (старые гнезда, яйца, рыба, мертвые птицы, помет и т.д.).

Далее подбригадами выполняются следующие частные задачи:

- 1) Измерение температуры и влажности верхних горизонтов почв (описание методики в методическом разделе).
- 2) Измерение $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ верхних горизонтов почв (описание методики в методическом разделе).
- 3) Определение эмиссии CO_2 (биологической активности почв).

Обсуждение результатов

В камеральных условиях объединяются данные, полученные подгруппами, и формулируются общие заключения. Каковы основные характеристики популяции цапель: численность, плотность, демографическая структура и т.д. Как влияет жизнедеятельность крупных колониальных птиц на состояние растительности, свойства почвы в зоне широколиственных лесов? Каков тип взаимоотношений в данном биогеоценозе?

III. Экология травяных экосистем.

Задача 1. Характеристика местообитания с использованием экологических шкал (фитоиндикация)

Фитоиндикация – это метод оценки абиотических и биотических факторов местообитания по растительному покрову. Так как непосредственное определение значений экологических факторов в полевых условиях часто бывает затруднено или невозможно, для оценки местообитания используют *экологические шкалы* – таблицы с экологическими характеристиками видов, выраженными в виде баллов.

Любые местообитания вместе с населяющими их растительными сообществами можно расположить в *экологический ряд* по изменению какого-либо экологического фактора, например влажности. Каждый вид растений занимает в этом экологическом ряду свой диапазон местообитаний, в которых его можно встретить в природе, в составе растительных сообществ и при конкуренции с другими видами растений. Совокупность этих возможных местообитаний представляет собой его *синэкологический ареал*, ограниченный точками минимума и максимума, где вид угнетен. Внутри ареала находится точка *синэкологического оптимума*, где вид достигает максимальных жизненных показателей (биомасса, встречаемость, число особей). Каждый вид экологически индивидуален, поэтому значения минимума, максимума и оптимума будут у разных видов различаться. Так как экологические шкалы предназначены для оценки растительных сообществ, то они основаны на синэкологических характеристиках вида, и представленные в них ареалы и оптимумы у большинства видов отличаются от аутэкологических. Существует два типа экологических шкал: точечные и интервальные. Интервальные шкалы (например, шкала Л.Г. Раменского) характеризуют синэкологический ареал вида. Точечные шкалы (например, шкалы Х. Элленберга и Э. Ландольта) показывают синэкологический оптимум, т.е. условия, где вид принимает высокое участие в составе сообществ.

Цель и задачи

Цель работы – знакомство с методами фитоиндикации с помощью экологических шкал на примере травяных фитоценозов.

Задачи: 1) оценка условий увлажнения и богатства/засоленности почвы с помощью интервальной шкалы Л.Г. Раменского; 2) оценка условий увлажнения, кислотности и богатства азотом с помощью точечной шкалы Х. Элленберга; 3) сравнение результатов оценок, проведенных с помощью обеих шкал и инструментальных данных.

Объекты исследования

Для того чтобы наглядно показать, как работают экологические шкалы, удобно проводить оценку травяных фитоценозов, расположенных в разных элементах рельефа в пределах небольшой площади. На маршруте зональной практики это могут быть следующие объекты:

- 1) Чашниково: луг в пойме реки Клязьмы, залежи и лесные поляны;
- 2) стоянка «Тульские засеки»: характеристика пойменного ландшафта (суходольный луг – притеррасное понижение – центральная часть поймы – прирусловой вал);
- 3) стоянка «Полибино»: характеристика экологических условий в разных элементах рельефа степной балки а) склон южной экспозиции – луговое днище балки – склон северной экспозиции – выровненный участок). Этот объект интересен тем, что крутые склоны балки слабо подвержены выпасу, в отличие от выровненного участка, поэтому здесь можно также использовать шкалу пастбищной дигрессии.

На стоянках, расположенных южнее, эту работу проводить не имеет смысла, так как меньшее число видов будет представлено в экологических шкалах и, соответственно, снизится точность оценки.

Оборудование:

- 1) колышки и веревка («волчатник») для разбивки площадок
- 2) оборудование для измерения кислотности почв, влагомеры
- 3) шкалы Х. Элленберга и Л.Г. Раменского в печатном или электронном виде
- 4) бланки для обработки геоботанических описаний по шкалам (ГБ 2, см. приложение)

Методика

Полевые исследования

- 1) Сделать геоботанические описания исследуемых сообществ. Рекомендуемая площадь описания – не менее 4 м². В описаниях указать проективное покрытие каждого вида в процентах.
- 2) Измерить на площадках описаний влажность и кислотность почвы.

Камеральная обработка данных

- 1) Назвать ассоциации по доминантам (видам или группам растений).

- 2) Оценить условия местообитания по оптимумным шкалам Г. Элленберга (влажность, кислотность, богатство минеральным азотом).
- a) выписать баллы для каждого вида;
 - b) рассчитать сумму баллов;
 - c) рассчитать общее число учтенных видов;
 - d) рассчитать среднее индикационное значение фактора (сумма баллов, деленная на число учтенных видов).
- 3) Оценить условия местообитания по интервальным шкалам Л.Г. Раменского (влажность, богатство/засоление).
- a) выписать значение амплитуды для каждого вида в соответствии с его проективным покрытием;
 - b) проранжировать нижние значения амплитуд в порядке убывания;
 - c) проранжировать верхние значения амплитуд в порядке возрастания;
 - d) найти значение фактора, при котором произошло перекрывание;
 - e) найти в описании шкалы значение интервала, в который входит полученное значение фактора.
- 4) На основе полученных оценок заполнить экологическую характеристику местообитания.
- 5) Сравнить результаты оценок влажности и богатства почвы, полученные с помощью интервальных и точечных шкал, с показаниями влагомера. Сравнить оценку кислотности почвы по шкале Х. Элленберга с измеренной химическим способом с помощью рН метра.
- 6) Обобщение результатов, полученных подгруппами. Какая из использованных шкал содержит большее число учтенных видов? Какие виды встретились более чем в одном местообитании? По какой шкале найдены наибольшие различия между изученными растительными сообществами? Как изменяются экологические факторы по элементам рельефа?

IV. Экология водных объектов

Задача 1. Оценка водных объектов по ряду эколого-информационных показателей

Комплексный подход к экологическим исследованиям предполагает изучение и описание основных абиотических факторов среды, таких как климатические, эдафические (или почвенные), орографические и гидрологические. Все эти параметры являются в равной степени важными факторами, определяющими как внешний облик той или иной экосистемы, так и внутренние, глубинные закономерности ее функционирования. Водные объекты являются одной из важнейших экологически значимых составных частей экосистем и изучаются как при проведении комплексных экологических исследований, так и в качестве самостоятельного объекта при природоохранных исследованиях. Методологические приемы гидрологии и гидрографии позволяют стандартизировать процесс описания, измерения и составления характеристики водного объекта.

Цели и задачи

Цель работы – оценка водных объектов по эколого-информационным показателям, освоение методик проведения гидрологических, гидрохимических, гидробиологических исследований.

Объекты исследования

- 1) источники питьевой воды для лагеря (возможна сквозная задача по всем стоянкам);
- 2) реки: Клязьма, Упа, Дон в верхнем, в нижнем течении;
- 3) малые водоемы (озера, пруды и т.д. на всех стоянках);
- 4) сероводородный источник (Волгоградская область).

При оценке водных объектов, таких как: природные воды, питьевая вода, сточные воды и другие определяют следующие группы показателей:

- 1) органолептические показатели качества воды;
- 2) гидрологические показатели (температура, глубина забора воды, проточность, скорость течения, площадь водного зеркала);
- 3) гидрохимические показатели (рН, щелочность общая, кислотность общая, минеральный состав);
- 4) гидробиологические, оценка методами биоиндикации и биотестирования (класс качества вод);
- 5) характеристика донных отложений.

1.1. Органолептические показатели

Любое знакомство со свойствами воды, сознаем мы это или нет, начинается с определения органолептических показателей, т.е. таких, для определения которых мы пользуемся нашими органами чувств (зрением, обонянием, вкусом). Органолептическая оценка приносит много прямой и косвенной информации о составе воды и может быть проведена быстро и без каких-либо приборов. К органолептическим характеристикам относятся цветность, мутность (прозрачность), запах, вкус и привкус, пенистость.

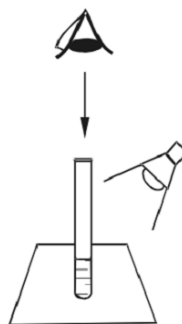
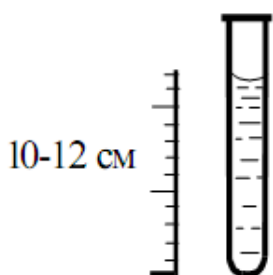
Цветность – естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Цветность воды может определяться свойствами и структурой дна водоема, характером водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличием в водосборном бассейне болот и торфяников и др. Можно определять цветность качественно, характеризуя цвет воды в пробирке высотой 10–12 см (например, бесцветная, слабо-желтая, желтая, буроватая и т.д.). Предлагаемый ниже метод определения цветности, являющийся наиболее простым, в то же время рекомендован ГОСТ 1030-81.

Оборудование

Пробирка стеклянная высотой 15–20 см, лист белой бумаги (в качестве фона).

Выполнение анализа

1. Заполните пробирку водой до высоты 10–12 см.



2. Определите цветность воды, рассматривая пробирку сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном). Отметьте наиболее подходящий оттенок из приведенных в табл. 1, либо заполните свободную графу в таблице.

Таблица 1. Цветность воды

Слабо-желтоватая	Коричневатая
Светло-желтоватая	Красно-коричневатая
Желтая	Другая (укажите какая)
Интенсивно-желтая	

Запах воды обусловлен наличием в ней летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем либо со сточными водами. Практически все органические вещества (в особенности жидкие) имеют запах и передают его воде. Обычно запах определяют при нормальной (20°C) и при повышенной (60°C) температуре воды. Запах по характеру подразделяют на две группы, описывая его субъективно по своим ощущениям (табл. 2):

- 1) естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.);
- 2) искусственного происхождения. Такие запахи обычно значительно изменяются при обработке воды.

Таблица 2. Таблица для определения характера запаха

Естественного происхождения:	Искусственного происхождения:
– землистый – гнилостный – плесневый – торфяной – травянистый и др.	– нефтепродуктов (бензиновый и др.) – хлорный – уксусный – фенольный и др.

Интенсивность запаха оценивают по 5-балльной шкале, приведенной в табл. 3 (ГОСТ 3351-74).

Таблица 3. Таблица для определения интенсивности запаха

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагревании воды)	1
Слабая	Запах замечается, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о качестве воды	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от употребления	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Для питьевой воды допускается запах не более 2 баллов.

Оборудование

Стеклянная колба на 250–500 мл с пробкой.

Выполнение анализа

- 1) Заполните колбу водой на 1/3 объема и закройте пробкой.
- 2) Взболтайте содержимое колбы вращательным движением руки.
- 3) Откройте колбу и сразу же определите характер и интенсивность запаха, вдыхая воздух, как показано на рисунке. Воздух вдыхайте осторожно, не допуская глубоких вдохов! Если запах сразу не ощущается или возникают затруднения с его обнаружением (запах неочетливый), испытание можно повторить, нагрев воду в колбе до температуры 60°C, (опустив колбу в горячую воду). Пробку из колбы предварительно выньте. Интенсивность запаха определите по пятибалльной шкале согласно табл. 3.



Оценку **вкуса** воды проводят у питьевой природной воды при отсутствии подозрений на ее загрязненность. Различают 4 вкуса: соленый, кислый, горький, сладкий. Остальные вкусовые ощущения считаются **привкусами**

(солонюватий, горьковатий, металлический, хлорный и т.п.). Интенсивность вкуса и привкуса оценивают по 5-балльной шкале, приведенной в табл. 4 (ГОСТ 3351-74). При определении вкуса и привкуса анализируемую воду набирают в рот (например, из колбы после определения запаха) и задерживают на 3–5 сек, не проглатывая. После определения вкуса воду сплевывают. **При определении вкуса и привкуса воду не проглатывать!**

Для питьевой воды допускаются значения показателей вкуса и привкуса не более 2 баллов.

Таблица 4. Таблица для определения характера и интенсивности вкуса и привкуса

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус сразу не ощущаются потребителем, но обнаруживаются при тщательном тестировании	1
Слабая	Вкус и привкус замечаются, если обратить на это внимание	2
Заметная	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о качестве воды	3
Отчетливая	Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от употребления	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению	5

Мутность воды обусловлена содержанием взвешенных в воде мелкодисперсных примесей – нерастворимых или коллоидных частиц различного происхождения. Мутность воды обуславливают и некоторые другие характеристики воды – такие, как:

- наличие осадка, который может отсутствовать, быть незначительным, заметным, большим, очень большим, измеряясь в миллиметрах;

- взвешенные вещества, или грубодисперсные примеси, – определяются гравиметрически после фильтрования пробы, по привесу высушенного фильтра. Этот показатель обычно малоинформативен и имеет значение, главным образом, для сточных вод;

– прозрачность, измеряется как высота столба воды, при взгляде сквозь который можно различать узнаваемый знак (отверстия на диске, стандартный шрифт, крестообразная метка и т.п.).

Метод качественного определения мутности

Оборудование

Пробирка стеклянная высотой 10–12 см, лист темной бумаги (в качестве фона).

Выполнение анализа

1) Заполните пробирку водой до высоты 10–12 см.



2) Определите мутность воды, рассматривая пробирку сверху на темном фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном). Выберите подходящее из приведенных в табл. 5.

Таблица 5. Мутность воды

Мутность не заметна (отсутствует)
Слабо опалесцирующая
Опалесцирующая
Слабо мутная
Мутная
Очень мутная

Пенистостью считается способность воды сохранять искусственно созданную пену. Данный показатель может быть использован для качественной оценки присутствия таких веществ, как детергенты (поверхностноактивные вещества) природного и искусственного происхождения и др. Пенистость определяют, в основном, при анализе сточных и загрязненных природных вод. Методика анализа проста: колбу на 0,5 л заполняют на 1/3 водой, взбалтывают около 30 сек. Проба считается положительной, если пена сохраняется более 1 мин. Величина рН воды при этой процедуре должна быть 6,5–8,5 (при необходимости воду нейтрализуют).

1.2. Гидрологические показатели

Гидрологические показатели определяются для таких водных объектов как реки, озера, болота с открытой водной поверхностью. В условиях зональной практики полностью провести мониторинг этих показателей сложно, поэтому рекомендуется ограничить исследования следующими показателями.

- 1) Определение температуры воды на разных глубинах и температурного режима (например суточного – по аналогии с почвенным) с помощью термохронов. *В чем особенности температурного режима почвы и водоема?*
- 2) Определение скорости течения реки.
- 3) Определение площади водного зеркала.
- 4) Определение глубины водного объекта (где это возможно) с использованием мерных реек, или специальных приборов – дайверов (если они есть), которые автоматически записывают и сохраняют температуру и глубину воды в месте их погружения (аналог термохрона). Данные считываются специальным устройством и обрабатываются на компьютере.

1.3. Общие гидрохимические показатели

Определение pH воды

Цель работы: изучение кислотности воды в водоеме как фактора, характеризующего экологическое состояние водоема и качество воды водоисточника.

Для всего живого в воде (за исключением некоторых кислотоустойчивых бактерий) минимально возможная величина $pH = 5$; дождь, имеющий $pH < 5,5$, считается кислотным дождем. В питьевой воде допускается $pH 6,0–9,0$; в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – $6,5–8,5$. Величина pH природной воды определяется, как правило, соотношением концентраций гидрокарбонат-анионов и свободного CO_2 . Пониженное значение pH характерно для болотных вод за счет повышенного содержания гуминовых и других природных кислот.

Оборудование

- 1) Оборудование для измерения кислотности
- 2) Емкости для отбора проб воды

Выполнение анализа

Определение проводят либо непосредственно в водоеме, либо в камеральных условиях в пробе, отобранной в специальную темную герметичную емкость для хранения воды. Емкость заполняется водой полностью под крышку. Измерение необходимо провести в течение ближайших 2-3 часов.

Пример записи данных

№ пробы	Тип водоема или водисточника	Условия отбора пробы (место отбора, способ отбора)	Значение pH пробы
1			

Определение общей минерализации

Минеральный состав воды отражает результат взаимодействия воды как физической фазы и среды жизни с другими фазами (средами): твердой, т.е. береговыми и подстилающими, а также почвообразующими минералами и породами; газообразной (с воздушной средой) и содержащейся в ней влагой и минеральными компонентами. Кроме того, минеральный состав воды обусловлен целым рядом протекающих в разных средах физико-химических и физических процессов – растворения и кристаллизации, пептизации и коагуляции, седиментации, испарения и конденсации и др. Большое влияние на минеральный состав воды поверхностных водоемов оказывают протекающие в атмосфере и в других средах химические реакции с участием соединений азота, углерода, кислорода, серы и др.

Минерализация – суммарное содержание всех найденных при химическом анализе воды минеральных веществ. Минерализация природных вод, определяющая их удельную электропроводность, изменяется в широких пределах. Большинство рек имеет минерализацию от нескольких десятков миллиграммов в литре до нескольких сотен. Их удельная электропроводность варьирует от 30 до 1500 мкСм/см. Минерализация подземных вод и соленых озер изменяется в интервале от 40–50 мг/л до сотен г/л (плотность в этом случае уже значительно отличается от единицы). Удельная электропроводность атмосферных осадков с минерализацией от 3 до 60 мг/л составляет значения 10–120 мкСм/см. Согласно ГОСТ 17403-72 природные воды по минерализации разделены на группы (табл. 6). Предел пресных вод – 1 г/кг – установлен в связи с тем, что при минерализации более этого значения вкус воды неприятен – соленый или горько-соленый.

Таблица 6. Характеристика вод по общей минерализации

Наименование воды	Общая минерализация, г/л
Ультрапресная	До 0,1
Пресная	От 0,1 до 1,0
Слабопресная	От 1,0 до 3,0
Соленая	От 3,0 до 10,0
Сильносоленая	От 10,0 до 50,0
Рассол	От 50,0 до 300,0
Ультрарассол	Более 300,0

Оборудование

- 1) Оборудование для измерения электропроводности
- 2) Емкости для отбора проб воды

Выполнение анализа

Определение проводят либо непосредственно в водоеме, либо в камеральных условиях в пробе, отобранной в специальную темную герметичную емкость для хранения воды. Емкость заполняется водой полностью под крышку. Измерение необходимо провести в течение ближайших 2-3 часов.

№ проб	Тип водоема или водоисточника	Условия отбора пробы (место отбора, способ отбора)	Значение электропроводности (ms)
1			

Обсуждение результатов

Представить в виде таблиц полученные характеристики различных проб воды. Обсудите особенности гидрологических характеристик воды различных источников. С чем связаны эти особенности? Как они меняются по мере движения на юг? Существует ли взаимосвязь показателей воды с окружающими условиями?

Задача 2. Общая характеристика растительности малого водоема

Цель: описание растительности малого водоема.

Задачи:

- 1) составить геоботанический профиль околотовной и водной растительности малого водоема;
- 2) оценить экологические факторы, действующие в разных поясах водной и околотовной растительности (глубина воды у верхней и нижней границ сообщества, температура воды, pH воды, механический состав донных отложений, скорость течения воды, наличие видимых антропогенных и зоогенных нарушений);
- 3) определить степень зарастания водоема.

Объект исследования

- 1) Ольгин пруд (Чашниково);
- 2) междюнные заболоченные участки Хреновского бора (Воронежская область) с участком открытой воды небольшой глубины, пруд рядом со стоянкой.

Материалы и оборудование

- 1) длинные рулетки, веревки с пробковыми буйками, колышки большие 8 шт;

- 2) инструмент, чтобы доставать растения со дна (например, небольшие грабли);
- 3) GPS навигатор для определения координат площадки;
- 4) гербарная папка для закладки неизвестных растений и дальнейшего определения их в камеральных условиях;
- 5) высокие резиновые сапоги (хотя бы одни на бригаду);
- 6) Бланк для задачи **ГБЗ** (см. приложение).

Методика

- 1) заложить два геоботанических профиля (с севера на юг и с запада на восток) через весь водоем и описать пояса околководной и водной растительности, которые они пересекают; краевые точки трансект можно отметить колышками для возможности проведения повторных наблюдений и мониторинга состояния растительности;
- 2) Дать характеристику объекту исследования: указать географическое положение; координаты; положение объекта исследований в рельефе; оценить площадь; дать краткую характеристику окружающей растительности (лесная, луговая); оценить видимые признаки антропогенного влияния и степень зарастания водоема.
- 3)

Степень зарастания водоемов (Папченков, 2003):

Степень зарастания	площадь зарослей, %
не заросшие	< 1% площади акватории
очень слабо заросшие	1-5
слабо заросшие	6-10
умеренно заросшие	11-25
значительно заросшие	26-40
сильно заросшие	41-65
очень сильно заросшие	66-95
сплошь заросшие	96-100

- 4) Выделить на протяжении трансекты растительные группировки, сходные по составу и различимые визуально; для каждой группировки:
 - а) отметить положение на трансекте;
 - б) измерить глубину участка ассоциации со стороны берега и со стороны воды; отметить характер грунта (песчаный, каменистый, глинистый, илистый, торфянистый);
 - с) измерить температуру, кислотность и скорость воды в центральной части;

- d) выявить флористический состав, оценить проективное покрытие и высоту видов.

Представление данных

Каждая бригада должна представить:

- 1) схему геоботанического профиля растительности водоема с указанием глубин и протяженности ассоциаций, названий ассоциаций; в легенде к схеме указать степень зарастания водоема и степень антропогенной нарушенности;
- 2) комплект геоботанических описаний всех ассоциаций, встреченных на трансекте.

Возможное использование материалов: заложение постоянных трансект позволяет проследить динамику зарастания малого водоема. Группы, проводящие описания в последующие годы, смогут сравнить свои данные с данными предыдущих лет, используя постоянные трансекты.

V. Экология антропогенно нарушенных экосистем

Задача 1. Оценка экологического состояния пахотных почв

Пахотное угодье является сложным агроценозом, структуру которого контролирует человек в своих интересах, направляя все усилия на повышение урожайности возделываемых растений. Человек в такой системе оказывает влияние практически на все экологические факторы: метеорологические, гидрологические, эдафические (почвенные) и биотические. При этом в большинстве случаев деятельность человека оказывает негативное влияние на экосистему в целом, что уменьшает ее ресурсный потенциал, т.е. продуктивность сельхозугодий снижается. Одной из причин этого является деградация почвы, т.е. совокупность различных процессов, приводящих к ухудшению экологических свойств почвы.

Цели и задачи

Цель работы – оценка изменения экологических факторов и свойств почв агроценозов. В задачи работы входит: оценка абиотических факторов среды в агроценозах и на естественных участках (температура почвы и воздуха, микроклиматические параметры); оценка некоторых свойств почв (морфологические свойства, pH, электропроводность, влажность почвы, плотность почвы) пахотных угодий и естественных аналогов.

Объекты исследования:

- 1) катена смыто-намытых пахотных почв на стоянке Тульские засеки, в окрестностях Чашниково;
- 2) Пахотные почвы на всех стоянках.

Материалы и оборудование

- 1) Почвенный бур и лопата;
- 2) Термохроны, запрограммированные на измерение температуры 6-8 раз в сутки;
- 3) Оборудование для измерения продуцирования CO₂;
- 4) Оборудование для измерения кислотности и электропроводности почв, влагомеры;
- 5) Плотномеры

Методика

Наилучшим объектом для данной задачи является катена смыто-намытых почв на стоянке Тульские засеки, т.к. помимо прочих факторов здесь есть возможность оценить влияние плоскостной эрозии.

Для изучения изменений, произошедших в результате многолетнего возделывания почв, необходимо сравнить профили целинных и пахотных разностей серых лесных почв. Для этого закладывается катена, расположенная на склоне юго-восточной экспозиции в долине р Упы, состоящая из 3-4 разностей агросерых почв. Разрезы по склону соответствуют разрезам, заложенным на террасах на заповедной части территории «Тульские засеки». Обычно на разных частях склона вскрываются слабо-средне-сильно смытые, а также смыто-намытые почвы.

На первом этапе производят морфологическое описание почв с четким выделением границ горизонтов для дальнейшего сравнения с природными аналогами и диагностирования смытости-намытости профиля.

Из наиболее представительного разреза на пашне погоризонтно берутся образцы, в которых определяются возможные химические показатели (рН, электропроводность и пр., все методики, аналогичные задаче «Оценка экологического состояния почв»). В 3-5 кратной повторности производят измерение эмиссии углекислого газа камерным методом непосредственно на пашне. Аналогичные измерения проводят (если не сделаны) в естественных аналогах – серых лесных почвах.

В 5-10 кратной повторности проводят измерение влажности почвы в агроценозах и в лесу. В агроценозе и в лесу производят микроклиматические измерения – суточная динамика температуры почвы и воздуха, освещенность, влажность воздуха, сила ветра, количество осадков и т.д.

Обсуждение результатов

Все полученные данные заносят в таблицу вместе с данными по свойствам, изученным в естественных почвах. На заключительном камеральном занятии на стоянке проводится конференция с обсуждением и обобщением результатов. Каковы основные морфологические особенности агропочв по сравнению с естественными аналогами (изменение структуры, цвета, гранулометрического состава, сложения, набора и мощности горизонтов)? Негативными или позитивными с вашей точки зрения являются

эти изменения? Как меняются химические свойства почв? Как изменяются микроклиматические параметры среды под воздействием распашки? И т.д. Каковы возможные меры, способствующие уменьшению негативного влияния агромероприятий на данные искусственные экосистемы?

Задача 2. Влияние промышленных объектов на экологическое состояние окружающей среды

Данная задача может быть реализована на любом доступном и наглядном объекте (предприятие с активной зоной воздействия, свалка отходов, складские помещения, автозаправочные станции, котельные, дороги с активным движением и пр.).

Вариант решения задачи рассмотрен на примере террикона (отвала вскрышных пород угледобывающего предприятия), расположенного недалеко от стоянки «Тульские засеки».

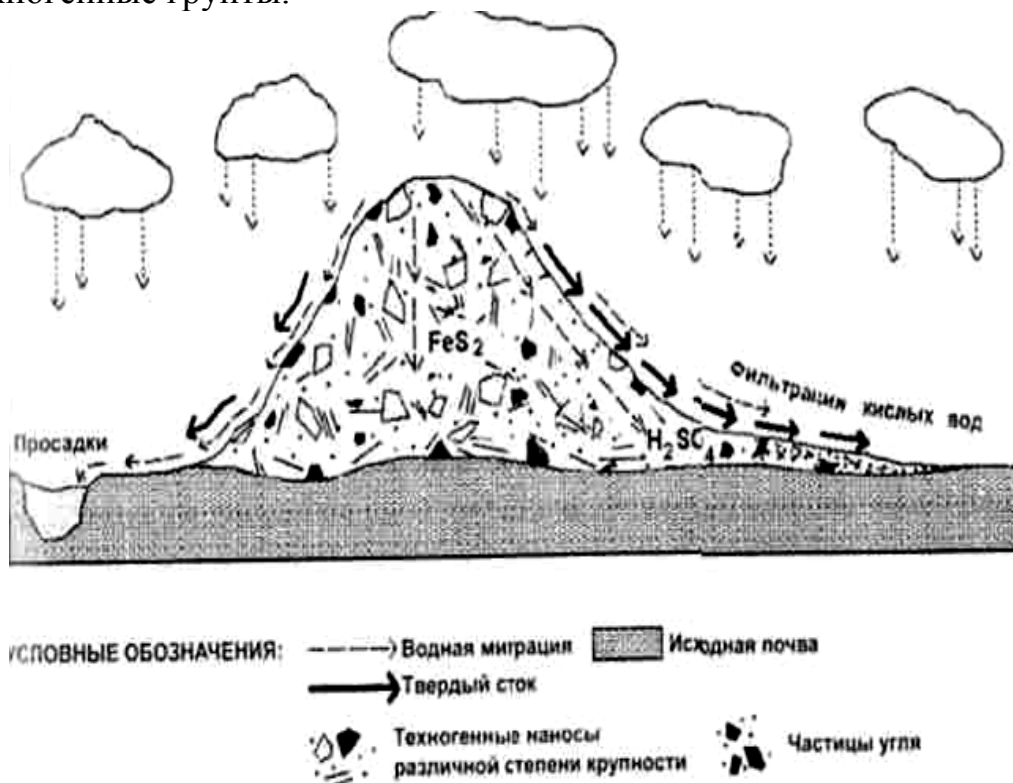
Добыча полезных ископаемых сопровождается образованием природно-технических комплексов, воздействие которых сказывается на обширных территориях. Данное воздействие влияет не только на почвы и почвенный покров, но практически на все компоненты ландшафта. Большая часть нарушений почвенного покрова, вплоть до его уничтожения, приходится на предприятия угольной промышленности. При закрытом способе добычи угля формируются терриконы, обычно конической формы, площадью несколько гектар и высотой более 100 м. Терриконы сложены глубинными горными породами, в которых часто протекают экзотермические реакции, вызывающие возгорание и просадки. Откосы отвалов отличаются большими уклонами (14-40°) и подвержены процессам плоскостной и овражной эрозии, формирующей обширные конусы выноса. Техногенные наносы у подножья отвалов достигают мощности в несколько метров и распространяются на сотни метров от отвалов.

В составе вскрышных пород встречаются минералы сульфида железа - пирит и марказит. Породы могут быть как токсичными, так и нетоксичными. Токсичность определяется повышенным содержанием легкорастворимых солей, обменных натрия и алюминия, некоторых микроэлементов и сульфидов. Породы отвалов неустойчивы в гипергенных условиях и поэтому постоянно преобразуются. Терриконы и отвалы, имея площадь основания в несколько гектаров, оказывают непосредственное влияние на ландшафты в радиусе приблизительно 1 км, а их косвенное влияние распространяется на расстояние до десяти километров за счет миграции токсичных компонентов с фильтрационными водами, а также золовым путем.

Растительный покров является важным фактором почвообразования, превращающим техногенные грунты в почвы. От момента поселения на отвалах растительности до установления стадии сложного ценоза, сходного с растительностью на почвах естественных экосистем, проходит не менее 20-25 лет даже в благоприятных климатических условиях. В развитии растительности

обычно выделяются три стадии: с пионерными, простыми и сложными группировками.

В горнодобывающих районах с открытым и закрытым способом разработок минерального сырья, нерудных материалов и добычи полезных ископаемых распространены эмбриоземы, техно-почвы, хемоземы, техноземы, а также техногенные грунты.



Цели и задачи

Цель работы – оценка степени влияния угольного террикона на ландшафт, почву и растительный покров.

Объекты

- 1) Террикон в районе Тульских засек
- 2) Любой техногенный объект

Материалы и оборудование

- 1) Почвенный бур и лопата;
- 2) Оборудование для определения кислотности и электропроводности;
- 3) Влагомеры;
- 4) Оборудование для определения продукции CO_2 ;
- 5) Рулетки.

Методика

- 1) На первом этапе, для выполнения данной задачи рекомендуется визуальное описание объекта: площадь, занятая терриконом; его конфигурация; высота (можно определить с помощью высотомера); наличие растительности; длина и ширина конусов выноса и т.д.
- 2) На втором этапе производится отбор проб из поверхностного (10 см) слоя почвы на разном удалении от условного края объекта по схеме: 1, 5, 10, 20, 30, 50, 70, 100, 150 м. Обязательно взятие контрольного образца на удаленном участке, мало подверженному влиянию террикона. В образцах определяют pH и электропроводность.
- 3) На разном удалении от объекта (например 20 и 100 м) производят отбор образцов по глубинам через 10 см как минимум до глубины 100 см. Производят описание образцов и измерение pH и электропроводности.
- 4) Для оценки биологической активности почв проводят измерение эмиссии углекислого газа непосредственно на терриконе, на нарушенных (лишенных растительности) и условно незатронутых влиянием террикона участках.
- 5) Очень наглядным является отбор проб воды из разных источников на разном расстоянии от объекта, в пробах определяют pH и электропроводность.
- 6) Данные заносятся в таблицу и на схему (выполнить самостоятельно).

Обсуждение результатов

Все полученные данные заносят в таблицу. На заключительном камеральном занятии на стоянке проводится конференция с обсуждением и обобщением результатов. Как терриконы изменяют внешний облик ландшафта? Насколько сильно химическое воздействие продуктов разрушения вскрышных пород на окружающую территорию? Насколько сильно изменяются морфологические и химические свойства почв? Влияет ли террикон на биологическую активность почв? Возможно ли, и безопасно ли возделывание сельскохозяйственных культур в зоне воздействия террикона? Каковы возможные методы рекультивации нарушенных земель? Проводятся ли какие-либо мероприятия на исследованной территории?

Задача 3. Влияние животноводческих ферм на экологическое состояние окружающей среды (почва, растительность, вода)

Животноводством человек занимается многие тысячелетия. Как и земледелие, эта отрасль аграрного производства имеет много разнообразных форм в связи с разнообразием природных условий планеты. В умеренных лесных, лесо-луговых и степных зонах – это пастбищно-стойловое содержание скота при запасании сухих кормов на зимний сезон отсутствия зеленого корма. В последние десятилетия к этим традиционным формам животноводства добавилось промышленно-стойловое откормочное содержание скота на огромных животноводческих пастбищах, включая птицефабрики. Влияние пастбищно-стойлового животноводства умеренного пояса на окружающую

среду ощутимо сказывается как на растительном, так и на почвенном покрове. Оно прежде всего связано с загрязнением среды продуктами и отходами животноводства, особенно почвы и воды. Главные виды воздействия следующие:

- 1) деградация и уничтожение природной растительности на больших пространствах, опустынивание вследствие перегрузки пастбищ;
- 2) выбивание растительности и эрозия почвенного покрова вокруг колодцев и коралей (стойбищ), а также на прогонах;
- 3) Изменение свойств почв (уплотнение, нарушение структуры, загрязнение избытком навоза);
- 4) Загрязнение гидрографической среды отходами боен, мясоперерабатывающих и молочных предприятий;
- 5) Загрязнение водоемов экскрементами животных, при водопое на природных водоемах и реках.

Цели и задачи

Цель работы – оценка влияния животноводческой фермы на свойства верхних горизонтов почв и состояние наземной растительности. В задачи работы входит измерение ряда почвенных показателей в зависимости от имеющейся приборной базы (влажности, кислотности, биологической активности и т.д.) непосредственно на территории ферме, прогоне, окружающей территории и на фоновом участке; оценка изменения состояния растительного покрова и его видового состава; сравнение полученных данных и заключение.

Объекты исследования:

- 1) конюшня (Чашниково);
- 2) ферма крупного рогатого скота в районе села Полибино;
- 3) конюшня в районе Хреновского бора.

Материалы и оборудование

- 1) Почвенный бур и лопата;
- 2) Оборудование для определения кислотности;
- 3) Влагомеры;
- 4) Плотномеры;
- 5) Оборудование для определения продукции CO₂;
- 6) Одноразовые защитные перчатки.

Методика

Для выполнения данной комплексной задачи рекомендуется разбиение бригады на подбригады (4 по 2-3 человека) для выполнения частных задач с последующим объединением результатов исследований.

- 1) На первом этапе рекомендуется оценить прилегающую к ферме территорию с точки зрения нарушений растительного и почвенного покровов с выделением участков разной степени нарушенности.
- 2) Визуальная оценка проективного покрытия растительности на всех участках. Описание видового состава растительности.
- 3) Заложение миниразрезов почв, морфологическое описание и определение возможных показателей почв и воды на всех выделенных участках, включая фоновый (влажность, плотность, pH, электропроводность, биологическая активность, температура).

Обсуждение результатов

Все полученные данные заносят в таблицу. В камеральных условиях объединяются данные, полученные подбригадами, и формулируются общие заключения. Какова приблизительная площадь влияния фермы на окружающую территорию (оцените площади сильно, средне, слабонарушенных участков территории вокруг фермы)? Как влияет жизнедеятельность крупного рогатого скота на состояние растительности, свойства почвы? Какие показатели наиболее чувствительны к воздействию?

Основные характеристики и функциональные возможности термодатчиков Thermochron

Тип датчика*	Минимальная (чувствительность)	Диапазон регистрируемых температур, (мин/макс)	Погрешность регистрации температуры	Интервал между отсчетами (частота регистрации)
DS1921G-F5	0,5°C	-40°C/+85°C	±1°C	1-255 мин
DS1921Z-F5	0,125°C	-5°C/+26°C	±1°C	1-255 мин
DS1921H-F5	0,125°C	+15°C/+46°C	±1°C	1-255 мин

* - (тип датчика выгравирован лазером на нижней, более узкой поверхности)

Датчики программируются посредством поставляемой разработчиком компьютерной программы «iButton Viewer» на определенную частоту измерений, после чего помещаются в исследуемую среду. По окончании периода измерений, для считывания данных датчики необходимо извлечь и подсоединить к компьютеру, используя специальное считывающее устройство. Полученные данные сохраняются в виде текстового файла. Для дальнейшей обработки, построения графиков, статистического анализа необходимо переносить данные в программу EXCEL, поскольку программа «iButton Viewer» предназначена только для первичной обработки данных.

Программа «iButton Viewer» активируется только после подключения датчика к компьютеру. В левой части программы выводится оригинальный номер датчика, кликнув на который вы переходите к программированию датчика. В открывшемся окне содержится три основных меню - исходного программирования датчиков «Wizard», считывания результатов «Mission Results» и просмотр установленных параметров «Status». В подпрограмме «Wizard» предусмотрен следующий порядок действий: «Real Time Clock set» - установить время (по компьютеру на котором программируется в данный момент датчик), «Mission Start Delay» - время задержки старта (позволяет синхронный пуск серии датчиков), «Sample Rate» - частота отбора показаний. Варьируется в зависимости от конкретной задачи, от 1 мин до 4 часов. Как правило, для задач практики достаточно запрограммировать датчики на интервал 1 измерение в час. От частоты измерений зависит заполнение объема памяти. При измерении с частотой раз в минуту полное заполнение памяти произойдет через ~ 1,4 суток, при минимальной частоте раз в 4,25 часа объема памяти датчика хватит на ~ 362,7 суток (год). «Roll Over» - запись «поверх» (позволяет осуществлять запись новых значений со стиранием предшествующих, если емкость памяти переполнена), «Finish» -конец операции программирования датчика. Для считывания информации с датчика используется опция «Mission results» с тремя рабочими окнами - «Log», «Histogram», «Temperature Alarms» в которых, соответственно, записывается информация о температуре в данный

момент времени в виде непрерывной последовательности и гистограммы распределения по температурным классам, а также даты и длительность событий с экстремальными температурами. Для сохранения результатов надо воспользоваться опцией «Export Results». После этого файл легко открыть в среде «Microsoft Excel» и продолжить там необходимую обработку результатов. Данные (порядковый номер, время, температура) будут представлены в едином столбце, который для построения таблицы необходимо будет разбить на 3, используя функцию «Текст по столбцам» в разделе «Данные» (Excel 2007). После этого можно начать обработку данных стандартными методами Excel (диаграммы, статистическая обработка)

Материалы и оборудование: Скотч, яркая лента (бечева), водостойкий маркер, линейка (50см и более) с заранее проделанными для датчиков отверстиями на различной глубине, флажки (маркеры) для обозначения места установки, датчики, считыватель, ноутбук.

Проведение измерений:

При работе с датчиками «Термохрон» необходимо помнить: датчик небольшого размера и его легко потерять. Для того, чтобы это не произошло, применяют разные способы. Если датчики устанавливаются в почву неглубоко (в пределах 50 см) удобно использовать пластиковую или деревянную линейку с просверленными на определенных расстояниях отверстиями диаметром, аналогичным диаметру датчика. Это удобно еще и простотой установки. Вкапывая линейку с датчиками, вы одновременно устанавливаете их все на заданную глубину. Вместо высверливания отверстий можно просто прикрепить датчики к линейкам скотчем. Второй вариант закладки датчиков заключается в прикреплении к датчику ленты (бечевы) яркого цвета скотчем. После закладки на поверхность выглядит конец линейки или бечевы. Желательно это место отметить ярким маркером/флажком.

Необходимо помнить, что датчик не выдерживает длительного переувлажнения, поэтому в случае опасности затопления датчика необходимо его гидроизолировать. Наиболее просто защитить “таблетку”-логгер от попадания внутрь её корпуса воды можно средством обычного широкого упаковочного скотча. Для этого необходимо поместить регистратор на клеящий слой и надежно закрыть сверху другим слоем скотча, обжав края вокруг корпуса устройства так, чтобы исключить проникновение влаги. С целью обеспечить более надёжную защиту можно повторить операцию, поместив, таким образом, таблетку в несколько слоев скотча. Чтобы исключить попадание клея скотча на корпус логгера, удобно предварительно завернуть его в бумагу. Безусловно, подобный вид защиты является одноразовым и при необходимости часто снимать показания, не очень удобен. Альтернативным может являться вариант применения для этих целей широко распространенных герметически закрываемых Zip-пакетов из полиэтиленовой пленки, оснащенных специальной

пластиковой защелкой (замком). Однако при этом необходимо учитывать, что из-за воздушной прослойки, возникающей между стенками пакета и корпусом регистратора, температурная инерционность подобной конструкции возрастает по сравнению с использованием "голой" "таблетки".

При закладке датчика (датчиков) необходимо стараться произвести минимальные нарушения. Для создания отверстий, заданной глубины в которые помещаются датчики (или серии датчиков) удобно применять почвенный бур. При неглубокой закладке одиночных датчиков лопатой создается щель, в которую и кладется датчик. После этого щель аккуратно сжимается/притаптывается.

Внимание: При установке датчика для измерения температуры воздуха важно не допустить попадания на него солнечных лучей. Для этого датчик устанавливается в тенистое место, либо (при его отсутствии) необходимо использовать специальный защитный экран, который можно изготовить из подручных средств (например, из консервной банки в которой проделываются отверстия для вентиляции, внутрь которой и устанавливается датчик). Датчик на воздух устанавливается на высоту 1 или 2 м.

Задачи, выполняемые с использованием термодатчиков

Области применения датчиков чрезвычайно широки. Это измерение динамики температур по профилю различных почв, сравнение этой динамики в почвах, формирующихся в различных условиях, сравнение температур различных горизонтов, изучение особенностей распространения температурных волн (Фурье) с глубиной, оценка влияния различных факторов на температуру почв и почвенных горизонтов (рельефа, растительности, влажности). В месте проведения измерений температуры почв обязательно устанавливается датчик «Термохрон» на высоте 1 или 2 м для получения данных по температуре воздуха. Для задач практики будет весьма показателен результат сравнения среднесуточных температур воздуха на стоянках. При условии герметизации датчиков (спецконтейнеры или напальчники, коробочки от одноразовых полиэтиленовых бахил, контейнеры из конфет «Киндер-сюрприз», тубы для бисера и т.д.) можно успешно исследовать динамику температур водных объектов, встречаемых на практике, на разных глубинах.

Оформление результатов:

Примерная таблица для записи результатов:

Динамика температур серой лесной почвы разрез №1 (Тульские засеки)

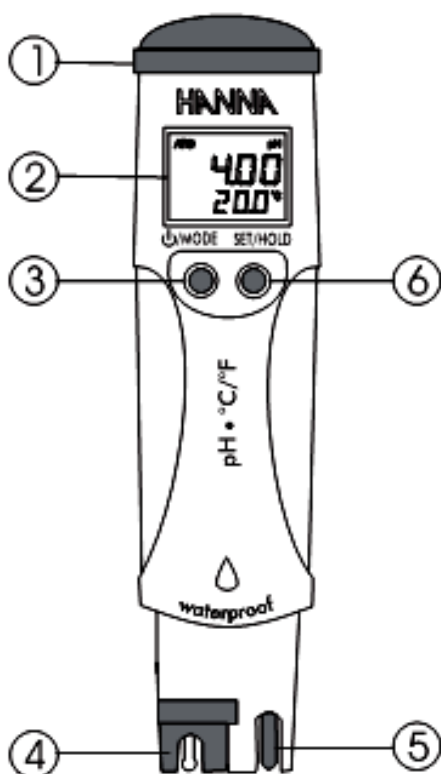
Глубина, см	Время суток, ч																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
воздух																							
5см																							
10см																							
... см																							

Для наглядности данные лучше представлять в графическом виде, где по оси X откладывается время, а по оси - Y – температура горизонтов почв, глубин и пр..

2. Оборудование для изучения кислотности и электропроводности почв и вод

Определение величины pH

Потенциометрическое определение pH почвы/воды основано на измерении электродвижущей силы в цепи, состоящей из двух полуэлементов: электрода измерения, погруженного в испытуемый раствор, и вспомогательного электрода с постоянным значением потенциала. Прибор для измерения pH называется потенциометром или pH-метром. В настоящее время на рынке приборов существует большой выбор pH-метров различных фирм (Hanna, Mettler) – от стационарных, до портативных и карманных, пригодных для использования в полевых условиях. Наиболее распространенными являются pH-метры Hanna. Портативные варианты (HI 98127, HI 98128 и пр.)



представляют собой точные, простые, прочные, высокотехнологичные и недорогие приборы, пригодные для работы, как в лабораторных, так и в полевых условиях. Питание осуществляется от 4 пальчиковых батарей, отсек для которых расположен в верхней части корпуса (1). На дисплее (2) отражаются показания pH, температуры, а также отражается ряд других данных (индикация стабилизации показаний $\odot$, режима калибровки (CAL), уровень заряда батарей, %). Прибор имеет опции автоматической термокомпенсации и автоматической калибровки, влаго-пылезащищен. В нижней части расположен комбинированный электрод (4) и термодатчик (5).

Материалы и оборудование: 1) потенциометр (pH-метр) 2) буферные растворы 7.01, 4.01, 3) химические стаканчики на 100-150 мл, 4) дистиллированная вода, 5) промывалка, 6) фильтровальная бумага, 7) ложка для отбора навески, 8) стеклянная палочка, 9) калка, 10) мерный цилиндр или стакан на 50-100 мл, 11) технические весы.

Проведение измерений

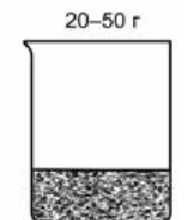
Перед началом измерений убедитесь в том, что прибор откалиброван (см. инструкцию). Перед проведением измерений рекомендуется опустить электрод в дистиллированную воду на 30 минут, особенно если прибор не использовался длительное время. Включите прибор клавишей MODE (3). Прибор автоматически перейдет в режим измерения pH. Снимите защитный колпачок. Сполосните электрод в дистиллированной воде. Погрузите в почвенную суспензию (**приготовление см. ниже**) на глубину не менее 4 см, и медленно поворачивайте корпус прибора до появления стабильных показаний и исчезновения на дисплее значка стабилизации ⌚ (1-3 мин). Для более быстрого и точного отклика сполосните электрод перед измерением небольшим количеством измеряемого образца. Снимите показания, отображенные на дисплее (2). Нажав на кнопку HOLD (6) показания можно временно зафиксировать. Чтобы после этого выйти снова в режим измерений pH нажмите любую кнопку. После каждого измерения обязательно промывать pH - электрод дистиллированной водой и осушать фильтровальной бумагой.

Внимание: Для минимизации загрязнений и поддержания электрода в рабочем состоянии, его следует хранить во влажном состоянии и не допускать высыхания. По окончании работы рекомендуется надевать защитный колпачок с несколькими каплями раствора для хранения HI 70300. Данный раствор можно заменить буферным раствором с pH 7.01. Никогда не храните электрод в дистиллированной воде! Электрод является самым слабым местом прибора и требует бережного обращения!

Приготовление водной почвенной суспензии

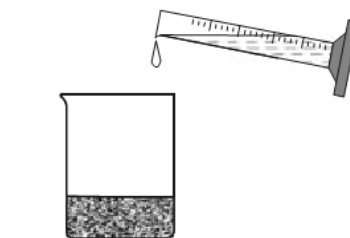
Ход выполнения работы:

1. Высушите отобранный образец почвы на воздухе, расположив почву в кювете слоем толщиной не более 2 см. Образец почвы необходимо предварительно подготовить: отобрать инородные включения, камни и т.п. Почва для анализа



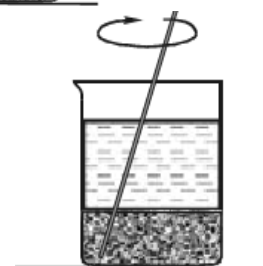
должна быть рассыпчатой.

2. Взвесьте пустой чистый стакан на технических весах. В стакан поместите высушенную почву (20-40 гр.) на 1/3 высоты и снова взвесьте его, определив массу почвы (m) в граммах.



3. Добавьте к почве дистиллированной воды в количестве $2,5 \times m$ в мл.

4. Перемешивайте содержимое стакана в течение 3–5 мин с помощью стеклянной палочки, после чего оставить стоять 10-15 мин. Перед определением суспензию еще раз перемешивают и погружают в нее электрод измерения так, чтобы он был полностью погружен в почвенную суспензию (3-



4 см). Через 1-3 мин (после их стабилизации) считывают значение рН.

Оформление результатов:

Результаты обрабатываются и представляются в виде таблиц или, что более наглядно, графиков. По оси Х откладывается величина рН, по оси -Y - глубина (см).

Определение электропроводности

Электропроводность – это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. По значениям электропроводности можно приближенно судить о минерализации воды и почвы. Единица измерения электропроводности в СИ – мкСм/см (микросименс) или мСм/см (миллисименс).

Электропроводность растворов и обратное ей электросопротивление характеризуют минерализацию растворов, но только – наличие ионов. При измерении электропроводности не могут быть учтены неионогенные органические вещества, нейтральные взвешенные примеси, помехи, искажающие результаты, – газы и др. Невозможно расчетным путем точно найти соответствие между значениями удельной электропроводности и сухим остатком или даже суммой всех отдельно определенных веществ раствора, так как в природной воде разные ионы имеют разную удельную электропроводность, которая одновременно зависит от минерализации раствора и его температуры. Чтобы установить такую зависимость, необходимо несколько раз в году экспериментально устанавливать соотношение между этими величинами для каждого конкретного объекта. Для чистых растворов хлорида натрия (NaCl) в дистилляте приблизительное соотношение: 1 мкСм/см $\approx$ 0,5 мг NaCl/л. Это же соотношение (приближенно) с учетом приведенных оговорок может быть принято для большей части природных вод с минерализацией до 500 мг/л (все соли пересчитываются на NaCl). При минерализации природной воды 0,8–1,5 г/л можно принять: 1 мкСм/см $\approx$ 0,65 мг солей/л, а при минерализации – 3–5 г/л: 1 мкСм/см $\approx$ 0,8 мг солей/л.

Материалы и оборудование: 1) кондуктометр, 2) химические стаканчики на 100-150 мл, 3) дистиллированная вода, 4) промывалка, 5) фильтровальная бумага, 6) ложка для отбора навески, 7) стеклянная палочка, 8) калка, 9) мерный цилиндр или стакан на 50-100 мл, 10) технические весы.

Проведение измерений

Удельную электропроводность измеряют с помощью кондуктометра, который может быть как отдельным прибором, так и совмещенным с рН метром. Если это отдельный прибор то после включения он сразу работает в режиме измерения электропроводности и на дисплее отражаются показания в миллисименсах (**ms**), если это рН метр, то необходимо перейти в режим

кондуктометра, как правило, нажатием клавиши HOLD (SET). На дисплее должен загореться символ (ms).

В обоих случаях измерение проводится аналогично измерению pH. Концентрации легкорастворимых солей определяют в почвенной суспензии, полученной для измерения кислотности, по величине удельной электропроводности (ms). Прибор погружается на несколько минут в почвенную суспензию до достижения стабильных показаний или пока на дисплее не исчезнет символ ms . Для определения засоленности воды результат (ms) пересчитывается на мг/л: $1 \text{ мСм (ms)} = 10^3 \text{ мкСм}$, $1 \text{ мкСм} \approx 0,65 \text{ мг солей/л}$.

Оформление результатов:

Аналогично, как при измерении кислотности

Задачи, выполняемые с использованием pH-метра/кондуктометра

Использование pH-метров/кондуктометров позволяет решать широкий спектр задач по изучению влияния различных факторов (флоры, фауны, антропогенной нагрузки) на формирование кислотности вод и почв. Весьма показательным является измерение кислотности по профилю почв. Например: исследовать различие в распределении кислотности по профилю почв одной стоянки, между разными стоянками. Не менее интересным представляется изучение влияния на кислотность почв различных растительных сообществ, животных (коровник, конюшня, птичьи колонии, кротовины, муравейники), а также антропогенной нагрузки (террикон, влияние дорог, влияние лагеря практики на каждой из стоянок). Исследование минерализации питьевых/грунтовых вод и вод рек/озер на каждой стоянке позволяет выявить геохимические особенности территорий, влияние антропогенных источников, почв, а также изменение их состава по мере движения практики на юг.

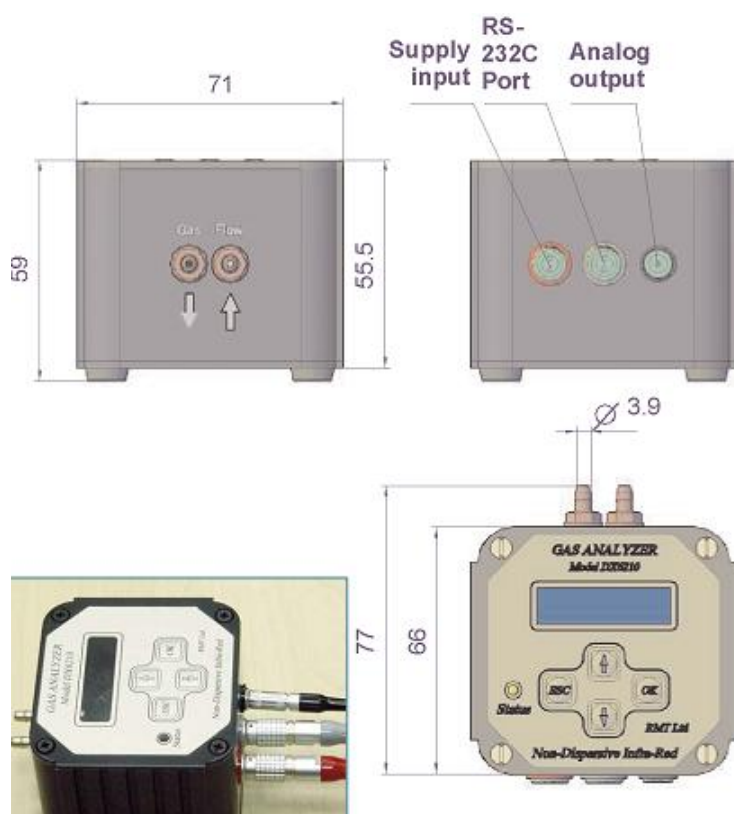
3. Оборудование для измерения концентраций газов (CO_2)

В настоящее время в России выпускается большое разнообразие газоанализаторов (как стационарных, так и портативных), в основном для нужд промышленности (поиск утечек газа). Специальные газоанализаторы для изучения продуцирования CO_2 почвами выпускаются в основном иностранными фирмами (Li-Core, PP-systems). Такие приборы весьма дороги и малодоступны. В России для научных исследований приспособлено значительно более дешевое русское оборудование. После ряда незначительных доработок оно пригодно для проведения измерений CO_2 почв. На факультете Почвоведения МГУ используются приборы фирмы RMT (DX-6210), а также ПГА 7, 12. Недорогие, небольших размеров, простые в обращении они неплохо себя зарекомендовали для решения задач в области почвоведения и экологии.

Для нужд практики используется прибор RMT (DX-6210). Диапазон измеряемых концентраций 0 – 10000 ppm, точность 20 ppm. На верхней панели находится жидкокристаллический дисплей и 4 кнопки управления, а также

индикаторная лампочка. На одной из сторон расположены трубки забора (Flow) и выхода (Gas) исследуемого газа. На противоположной - три входа – питание (Power), порт для подключения к компьютеру RS 232, аналоговый выход (Analog). В комплекте к прибору поставляется аккумуляторная батарея, напряжением 12V (4.5Ah), коннектор для соединения батареи и прибора. Для хранения и переноски все части упакованы в герметично закрывающийся пластиковый кейс. Вес прибора – 300гр.

Рис. Внешний вид газового анализатора RMT (DX-6210)



Порядок работы:

1. Включите прибор. Для этого необходимо подключить к прибору батарею с помощью прилагающегося кабеля. При присоединении к батарее соблюдайте полярность. Штекер, подключаемый к прибору, вставляется в соответствующее гнездо (Power), при этом необходимо совместить красные точки на гнезде и на штекере. Прибор издаст звуковой сигнал, лампочка загорится зеленым, на дисплее появится надпись «Main menu».

2. Кнопками $\uparrow$, $\downarrow$ выберите включить прибор «Device ON» without storage (без сохранения данных в память

прибора)

3. Нажмите кнопку Ok. На дисплее отразится надпись: «Device started preparing», означающая, что прибор находится в режиме разогрева.

4. Через 25-30 секунд прибор выйдет в рабочий режим и на дисплее появятся показания фоновых значений: концентрации CO_2 (ppm), температуры T (в Кельвинах), давления в килопаскалях (кПа). Фоновые значения (атмосферный воздух) исправного прибора находятся в пределах: 200-400 ppm CO_2 . Отклонения означают либо неисправность прибора, либо использование его в нестандартных условиях. В этом случае возможно мигание сигнальной лампочки красным цветом. Необходимо перезагрузить прибор.

5. Проведите измерения (см. ниже)

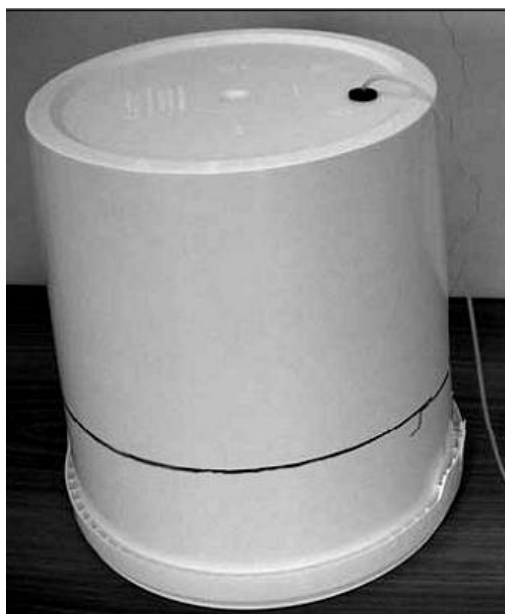
6. Выключите прибор. Нажмите кнопку ESC. На дисплее появится надпись «Device OFF». Теперь можно отсоединить батарею и убрать прибор в кейс.

Внимание: Прибор не является специализированным для проведения почвенных исследований и требует аккуратного обращения. Нельзя передвигать прибор во время измерений. Рекомендуется держать прибор на одном месте, защищенном от влаги и ветра. Измерения проводятся с помощью шприцов, приносимых с объекта исследований для чего необходимо иметь их достаточное количество. Т.е. непосредственно на объекте отбираются пробы газа в шприцы, далее они закрываются колпачками (от игл), подписываются и в таком виде транспортируются к прибору. Измерения проводятся, когда все образцы (шприцы) доставлены. На показания прибора значительное влияние оказывают высокая температура (более 30°C) и пары воды. При исследовании гидроморфных экосистем необходимо использовать водопоглотительные фильтры (стеклянные трубки с силикагелем или CaCl_2), устанавливаемые перед входом в прибор. Также нельзя прокачивать теплый воздух через холодный прибор! О том, что в прибор попала вода, свидетельствует нестабильность показаний, низкие, часто отрицательные фоновые величины. В этом случае может помочь активная прокачка прибора сухим воздухом.

Материалы и оборудование: Камеры для измерения почвенного дыхания, резиновые пробки (от пенициллиновых флаконов), шприцы медицинские одноразовые (5-20 мл), силиконовые шланги (ПВХ шланг) (d3-5 mm), зажимы (рулонный пластырь), труба металлопластиковая (d1cm), часы, термометр.

Проведение измерений:

Перед началом определения на выбранной площадке следует удалить зеленые части растений и установить камеру для измерения почвенного дыхания. Стационарные камеры-изоляторы выполняются из инертного материала (оргстекло, пластмасса, металл) и снабжаются герметично закрытым отверстием (резиновая пробка) для отбора газовых проб, вентилятором для перемешивания воздуха и термометром для контроля температуры внутри камеры. Последний необходим, поскольку отличие температурного режима экранированного камерой участка почвы от нативного может приводить к изменению величин почвенного дыхания. Рекомендуется при установке камеры использовать специальный фундамент-основание. Он врезается в почву на глубину 2–4 см. По периметру верхней части основания имеется желоб, в который помещается нижняя кромка камеры. Во избежание газообразных потерь из камеры, желоб



заливается водой или насыщенным раствором поваренной соли (водяной замок). В более простом варианте камера изготавливается из подручных средств, например, жестяных банок от томатов или персиков ($h = 10\text{см}$), края которых затачиваются для врезки в почву. В дне (стенке) просверливается отверстие для резиновой пробки-заглушки, через которую можно отбирать газовые пробы с помощью медицинского шприца с иглой. Камера устанавливается вверх дном на поверхность почвы и вращательным движением врезается на глубину 1–3 см. Для отбора пробы необходимо проколоть резиновую пробку-герметизатор шприцевой иглой и медленно прокачав движением поршня воздух в камере несколько раз, извлечь требуемый для анализа объем газовой фазы ($10\text{--}20\text{см}^3$). Далее медленно ввести пробу в подготовленный к работе газоанализатор, для чего присоединить шприц с пробой воздуха к входному отверстию газоанализатора (Flow) посредством ПВХ-шланга (соединить носик шприца без иглы с входной трубкой прибора). Содержание исследуемого газа считывается с дисплея после достижения максимального стабильного значения (10–30 сек). Шприц на время измерения остается присоединенным к прибору. По окончании измерения шприц извлекается, можно сразу же проводить измерение следующего образца за исключением случаев, когда величины CO_2 в измеренном образце превысили фоновые на порядок и более. В этом случае необходимо перед следующим измерением прокачать прибор, введя несколько шприцев с фоновым образцом (атмосферный воздух).

Пробу CO_2 с одной точки берут дважды: сразу же после установки камеры и через 10 – 20 минут. Если из-за малой интенсивности дыхания в камере не успевает накопиться количество газа, достаточное для анализа, необходимо увеличить интервал отбора проб. Разница в показаниях прибора показывает изменение концентрации CO_2 за определенный срок (Δt). Поскольку концентрация CO_2 очень динамичный показатель, то для достоверной характеристики необходимо проводить измерения в нескольких повторностях. Чаще всего концентрация газа представлена в % или ppm (сокращение от англ. «part per million», «одна часть на миллион», т. е. $1\text{ ppm} = 10^{-4}\%$). Величину эмиссии (Q) принято выражать в общепринятых единицах $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{час})$.

$$Q (\text{мгCO}_2/\text{м}^2/\text{час}) = \frac{\Delta C * P * M * h}{100 * R * T * \Delta t} = \frac{3,18 * \Delta C(\text{ppm}) * P (\text{kPa}) * h(\text{см})}{(273 + t^\circ\text{C}) * \Delta t(\text{мин})}$$

P , [кПа] – барометрическое (атмосферное) давление, t° – температура по шкале Цельсия, h , [см] – высота камеры-изолятора от поверхности почвы, ΔC – изменение концентрации газа в камере, Δt – время экспозиции камеры, 3.18 – коэффициент, учитывающий числовые значения входящих в формулу констант R , M и соотношения размерностей (Па/кПа, час/мин, м/см, мг/г, %/ppm).

Оформление результатов:

Результаты представляются в виде таблиц, в которые занесены все измеренные значения и параметры. А также в виде графиков сравнения эмиссии между различными объектами в разное время суток.

Динамика эмиссии CO₂ в почвах лесных экосистем Тульских засек

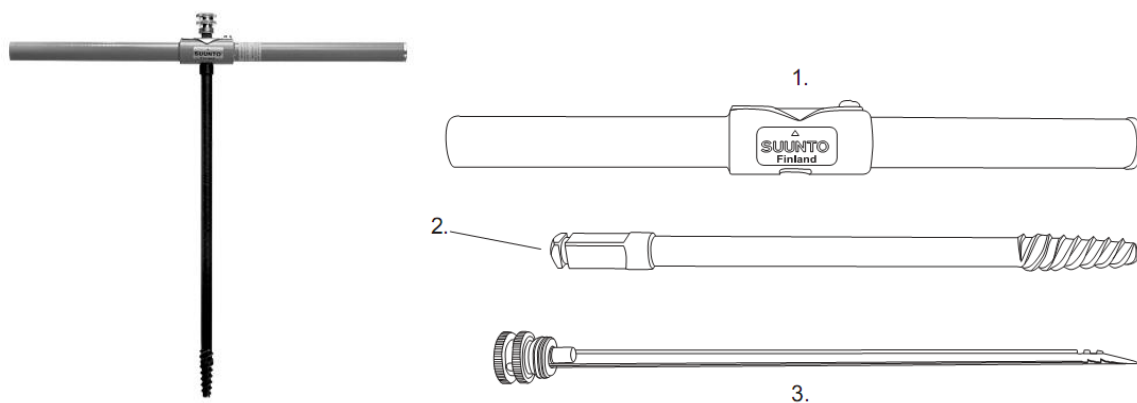
объект	повторность	Время суток	C ₀ , ppm Фон	Время экспозиции и Δt(мин)	P (kPa)	t°	C, ppm	ΔC = C-C ₀ (ppm)	Q (мгCO ₂ /м ² /час)
	1								
	2								

Задачи, выполняемые на практике.

Поскольку продуцирование CO₂ является интегральным отражением биологической активности, которая в свою очередь определяется различными показателями, такими, как температура, влажность, загрязненность можно наглядно отслеживать взаимосвязь этих показателей и эмиссии CO₂. Измерения имеет смысл проводить как на типичных объектах для сравнения между зонами, так и внутри каждой зоны на наиболее отличающихся объектах. Интересны могут оказаться результаты в антропогенно нарушенных ландшафтах (террикон, дороги, пашни, коровники и пр.)

4. Оборудование для дендрохронологического анализа (возрастные буры)

Щадящим способом определения возраста древостоя при проведении исследований древесных насаждений являются возрастные буры. Они позволяют отбирать небольшой образец (кern) дерева без его спиливания. Бур, диаметром от 0.5 до 1 см вкручивается по часовой стрелке с помощью рычага перпендикулярно стволу дерева в направлении его центра. После этого бур выкручивается и из него с помощью специального щупа достается образец дерева (кern) на котором можно легко подсчитать количество годовых колец. Как правило, бур состоит из трех основных частей: рычага (1), бура (2), щупа (3). При переноске все части укладываются в полый рычаг. Для подготовки к работе из торца рычага выкручивается щуп и достается бур, который верхней, четырехгранной частью вставляется в такое же отверстие в центре рычага и фиксируется защелкой. Бур готов к работе.



Внимание: Бур изготовлен из закаленной стали и хрупок. Нельзя ударять или изгибать его, а также необходимо беречь режущую кромку бура. Перед хранением необходимо вытереть бур насухо.

Материалы и оборудование: Возрастной бур, емкость для транспортировки кернов (пенал или прочая пластиковая емкость), наждачная бумага, лупа.

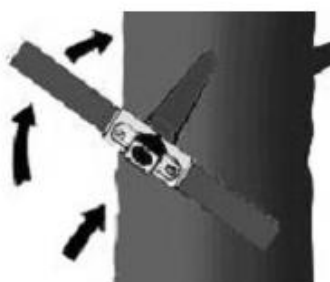
Порядок работы:

- 1) Собрать бур
- 2) Выбрать дерево и закрутить бур по часовой стрелке, как правило, необходимо приложить небольшое усилие
- 3) Выкрутить бур
- 4) Вставить щуп с торцевой стороны бура и, надавив, полностью ввести его в бур
- 5) Провернуть и вытащить щуп из бура вместе с керном
- 6) Разобрать бур

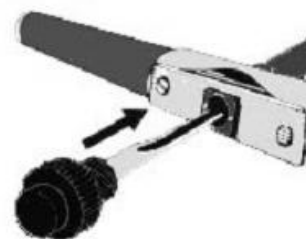
1)



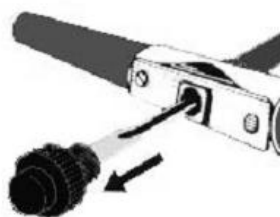
2)



3)



4)



5)



Полученный керн анализируют с помощью лупы. Для более четкого выделения колец можно предварительно обработать его водой (намочить) или наждачной бумагой с одной стороны.

Задачи, выполняемые на практике.

Посчитайте количество колец. Выявите «теплые» и «холодные» года. Как влияют стороны света на прирост дерева? Каков средний годичный прирост разных видов деревьев и меняется ли он в различных условиях, зонах?

Заключение

Основным результатом данной практики является понимание у студента закономерностей географического распространения и размещения сообществ почв, растений и животных в зависимости от экологических факторов окружающей среды и взаимосвязей между компонентами биогеоценозов. Важной частью практики является освоение новых для студентов методик экологических исследований и современной приборной базы. Это позволяет студентам наглядно на практике установить изменения различных экологических показателей природных и антропогенных объектов. Усвоенные на практике навыки закрепляют знания, полученные при изучении курсов «Общая экология», «Биогеография», «Почвоведение», «Геоботаника», «Экология растений», что позволит студенту - экологу в дальнейшем проводить самостоятельные экологические исследования разного уровня.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Бланк для задачи ГБ1

Характеристика древостоя

№ бригады _____	Дата _____
Номера описаний, выполненных подгруппами: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____	
Район исследований: _____	
Название ассоциации: _____	

Порода	Высота, м	Сумма площадей поперечных сечений (S), м/га					S эталонная	Относительная полнота древостоя	Запас древесины, дес. м ³ /га
		1	2	3	4	сумма			
1)									
2)									
3)									
...)									
Все породы									

Характеристика местообитания с использованием экологических шкал

Описание № _____ Авторы _____

Размер пробной площади _____

Географическое положение _____

Общий характер рельефа _____

Положение в рельефе _____

Микрорельеф _____

Прочие особенности _____

Ассоциация _____

Экологическая характеристика местообитания

№	Вид	ПП , %	Шкала Х. Элленберга			Шкала Л.Г. Раменского			
			В	К	N	У		БЗ	
						min	max	min	Max
	Сумма баллов (по Элленбергу)					-	-	-	-
	Число учтенных видов								
	Среднее индикационное значение фактора					-	-	-	-
	Интервал перекрывания рядов (по Раменскому)		-	-	-				
	ОПП		-	-	-	-	-	-	-
№	Вид								
1									
2									
...									

Приложение. Условные обозначения: В – влажность; К – кислотность; N – богатство азотом; У – увлажнение; БЗ – богатство и засоление, ОПП – общее проективное покрытие, ПП – проективное покрытие

Описание прибрежно-водной растительности

№ Бригады ____ Фамилии И.О. _____

Дата _____

Название ассоциации по доминантам _____

Географическое положение _____

Координаты _____

Положение пробной площади в рельефе _____

ОПП, % _____

Глубина, см к берегу _____, к центральной части _____

Грунт _____

Скорость течения _____

рН воды _____ t° воды _____

Антропогенные нарушения (характер, интенсивность) _____

Примечания _____

№	Вид	ПП, %	Н, см	Фенофаза

Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. -М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с
2. Биogeография с основами экологии: Учебник. – 4-е изд/ А.Г. Воронов, Н.Н. Дроздов, Д.А.Криволицкий, Е.Г. Мяло. – М.: Изд-во МГУ; изд-во «Высшая школа», 2002. – 392 с.
3. Бобринский Н.А. Животный мир и природа СССР. М.: Наука, 1967. 403 с.
4. Булохов А.Д. Фитоиндикация и её практическое применение. Брянск, 2004. – 245 с.
5. Воронов А.Г., Дроздов Н.Н. Биogeография с основами экологии. - М.: Высшая школа, 2002. - 392 с.
6. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие. Под редакцией академика РАН Г.В.Добровольского. М.:Ойкумена, 2003.- 270 с.
7. Ипатов В.С., Мирин Д.М. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. Учебно-методическое пособие. – С.-Пб., 2008. – 71 с.
8. Карпачевский Л.О., Воронин А.Д., Дмитриев Е.А. и др. Почвенно-биогеоценозные исследования в лесных биогеоценозах. М.: Изд-во МГУ, 1980. 160 с.
9. Классификация и диагностика почв России. Составители: Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.
10. Кузнецов Б.А. Очерк зоогеографического районирования СССР. М: Изд-во МОИП, 1950. 175 с.
11. Летняя практика по почвоведению. Учебно-методическое пособие для студ. 1-го курса // Под ред. А.С. Владыченского – М.: изд-во МГУ, 2001. – 87с.
12. Макеева В.М., Непоклонова М.И., Панфилова Д.В. Экосистемный подход к изучению животного мира природных зон. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. 80 с.
13. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – СПб.: Крисмас+, 2003. – 176 с.: ил.
14. Недосекин А.А. 2002. Условия гнездования серой цапли *Ardea cinerea* в Центральной России // Рус. орнитол. журн. 11 (188): 582-585.
15. Прокофьева Т.В., Малышева Т.И., Алексеев Ю.Е. Учебная зональная практика по почвоведению: описание маршрута. Методическое руководство. Под ред. А.С. Владыченского, Смоленск: Ойкумена, 2005. – 64 с.
16. Прокофьева Т.В., Малышева Т.И., Алексеев Ю.Е. Учебная зональная практика по почвоведению и геоботанике: общая методология: Учебно-методическое руководство/ Под ред. А.С. Владыченского, - М.: МАКС Пресс, 2008. – 116 с.

17. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Гидробиотаника: Прибрежно-водная растительность: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.
18. Серегин А.П. Локальные флоры стоянок зональной практики МГУ: 1. Засеки (Тульская область); 2. Полибино (Липецкая область)// Фиторазнообразие Восточной Европы, 2011. № 9. С. 149-177.
19. Смагин А.В. Газовая фаза почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 300 с.
20. Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере / Под ред. Г.В. Добровольского. М.: Наука, 2003. 365 с.
21. Формозов А.Н. Изменение природных условий степного Юга европейской части СССР за последние сто лет и некоторые черты современной фауны степей – В кн.: Проблемы экологии и географии животных. М.: Наука, 1981. С. 52 – 119.
22. Формозов А.Н. Млекопитающие в степном биоценозе – В кн.: Проблемы экологии и географии животных. М.: Наука, 1981. С. 262 – 275.
23. Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. М.: «Мысль», 1975. 222 с.